

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВПО УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра ботаники и защиты леса

Е.А. Зотеева

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО АНАТОМИИ РАСТЕНИЙ
(КОРЕНЬ, СТЕБЕЛЬ, ЛИСТ)**

для студентов всех форм обучения
специальностей 250201, 250203, 250100, 020802

Екатеринбург
2011

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛХФ.
Протокол № 1 от 16 сентября 2010 г.

Рецензент – канд. биол. наук доцент кафедры БиЗЛ М.В. Воробьева

Редактор Е.Л. Михайлова
Оператор компьютерной верстки Г.И. Романова

Подписано в печать 15.09.11		Поз. 19
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 100 экз.
Заказ №	Печ. л. 2,32	Цена 12 руб. 40 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Анатомия растений – ботаническая наука, изучающая внутреннее строение растений. К объектам анатомии относятся органы растений, составляющие их ткани и клетки.

Задача лабораторного практикума по анатомии растений предусматривает закрепление и развитие студентами лесохозяйственного факультета знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над учебной литературой в области внутреннего строения растений (в первую очередь древесных) (Дубянская, 1956; Лотова, 2001; Чухлебова и др., 2007); практическое освоение анатомических методов исследования; приобретение навыков изучения внутренней структуры растений.

МЕТОДИКА РАБОТЫ С МИКРОСКОПОМ

Биологический микроскоп – это оптический прибор, с помощью которого можно получить увеличенное обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат далеко за пределами разрешающей способности глаз (рис.1).

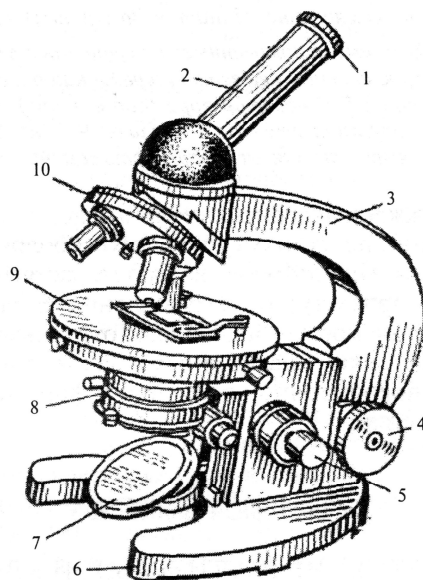


Рис. 1. Микроскоп МБР-1:

1 – окуляр; 2 – тубус; 3 – тубусодержатель; 4 – винт грубой наводки; 5 – микрометрический винт; 6 – подставка; 7 – зеркало; 8 – конденсор и ирисовая диафрагма; 9 – предметный столик; 10 – револьвер с объективами

В микроскопе МБР – 1 (микроскоп биологический рабочий) выделяют оптическую и механическую системы. К механической системе относят подставку, тубус, тубусодержатель, револьверное устройство с гнездами для объективов, винт грубой наводки, микрометрический винт, предметный столик с клеммами для зажима предметного стекла. Оптическая система состоит из объективов разного увеличения (последнее

обозначено на объективах цифрами – х8, х40, х90); окуляров с увеличением х7, х10, х15; осветительного устройства, состоящего из зеркала и конденсатора с диафрагмой. Для определения общего увеличения микроскопа следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра.

При работе с микроскопом необходимо соблюдать следующие правила и последовательность операций.

1. Микроскоп ставится у края стола так, чтобы окуляр находился против левого глаза, **в течение работы микроскоп не передвигается.**

2. Работу с микроскопом **всегда начинают с малого увеличения** при объективе х8.

3. Глядя левым глазом в окуляр и пользуясь вогнутым зеркалом, направляют свет в объектив и **равномерно освещают поле зрения.**

4. На предметный столик кладут препарат и зажимают его клеммами. Опускают объектив при помощи винта грубой наводки так, чтобы между линзой объектива и препаратом было расстояние 3 – 5 мм.

5. Глядя в окуляр, с помощью винта грубой наводки (макрровинта) поднимают объектив до тех пор, пока изображение не станет резким. **Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив**, вращая винт грубой наводки от себя, так как можно раздавить покровное стекло и повредить препарат.

6. Для изучения какого-либо участка объекта при большом увеличении ставят этот участок в центр поля зрения. После этого поворачивают револьверное устройство так, чтобы объектив х40 занял рабочее положение (объектив не поднимать!). Добиваются большей четкости изображения с помощью **микроскопического винта, который можно вращать в одну сторону не более чем на полоборота.**

7. После окончания работы с большим увеличением поворачивают револьверное устройство, устанавливают малое увеличение и снимают препарат. **Нельзя вынимать препарат из-под объектива х40, так как можно испортить линзу.**

При работе следует предохранять линзы от механических повреждений, от соприкосновения с жидкостями. По окончании работы оптическую систему микроскопа протирают мягкой тряпочкой. Микроскоп накрывают полиэтиленовым мешком и ставят в шкаф, причем переносят микроскоп двумя руками: одной держат тубусодержатель, другой – подставку. Предметные покровные стекла промывают под струей воды и осторожно протирают, держа их за грани.

В данном практикуме предусматривается разбор следующих тем курса: «Растительная клетка», «Растительные ткани», «Строение вегетативных органов растения».

ТЕМА 1. РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА

Клетка является элементарной (наименьшей) единицей строения и жизнедеятельности всех живых организмов. Особенности строения растительной клетки связаны с особым типом питания растений – автотрофным, в основе которого лежит процесс фотосинтеза. К основным особенностям строения растительной клетки относятся:

- 1) наличие в них особых органелл – пластид (хлоропласт, хромопласт, лейкопласт);
- 2) плотная, упругая целлюлозная оболочка;
- 3) развитая система вакуолей.

Лабораторная работа 1

СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ; ДВИЖЕНИЕ ЦИТОПЛАЗМЫ, ПЛАСТИДЫ

Материал: листья элодеи (*Elodea canadensis* Rich.) или мха мниум (*Mnium cuspidatum* Dill.) плоды рябины (*Sorbus aucuparia* L.) или шиповника (*Rosa canina* L.); лист традесканции (*Tradescantia* sp.).

Цель работы: изучить особенности строения растительной клетки.

Задание: рассмотреть растительную клетку с ее составными частями – оболочкой, цитоплазмой, ядром, пластидами, ознакомиться с расположением цитоплазмы и ее движением.

Порядок работы

1. Изготовить препарат листа элодеи и мха мниума. При большом увеличении рассмотреть строение клетки, обнаружить вращательное движение цитоплазмы в клетках средней жилки листа. Зарисовать одну клетку и указать стрелками направление движения цитоплазмы. Обозначить хлоропласты (рис. 2, 3).

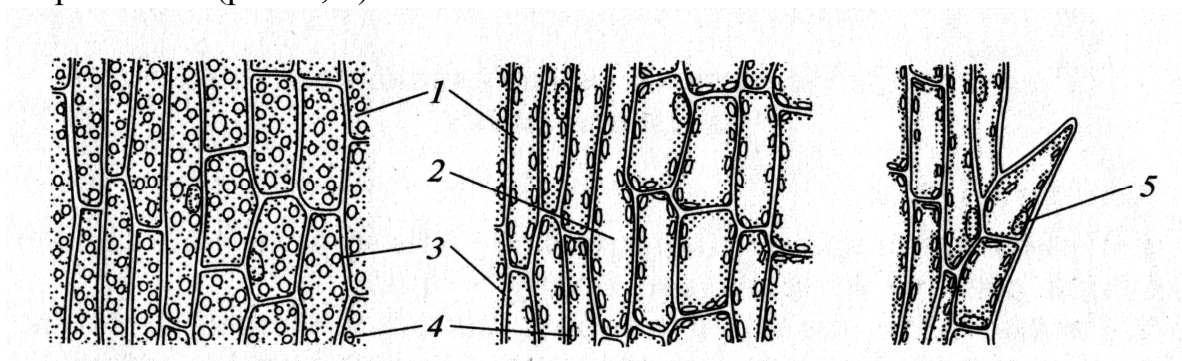


Рис.2. Клетка листа элодеи:

1 – оболочка; 2 – цитоплазма; 3 – ядро; 4 – хлоропласты; 5 – вакуоль

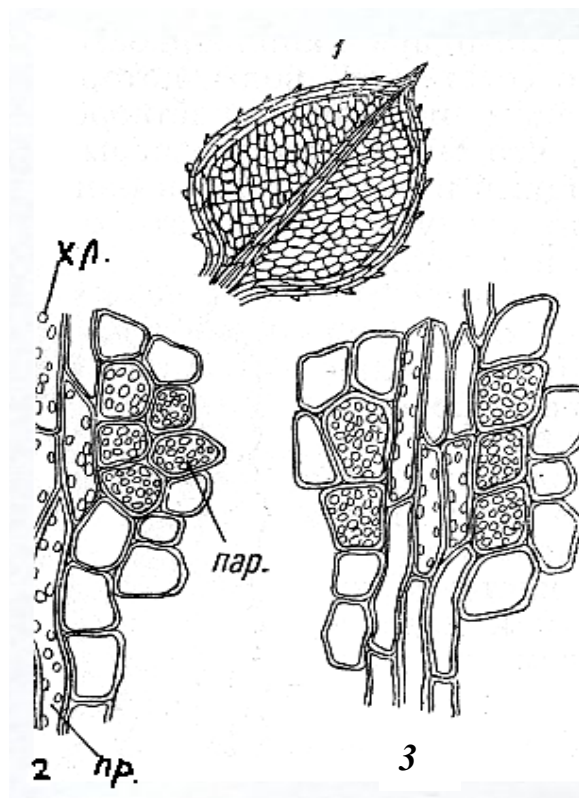


Рис. 3. Лист мха мниум:

1-общий вид листа при слабом увеличении;

2 - наружный край листа при сильном.увеличении:

пар.- паренхимные клетки;

пр – прозенхимные клетки;

хл.- хлорофилловые зерна;

3 - участок жилки с прилегающими паренхимными клетками

Обратить внимание на наличие у каждой клетки самостоятельной оболочки и на срединные пластинки, соединяющие смежные клетки.

2. Изготовить препараты клеток мякоти плодов томата или шиповника (рис. 4). Исследовать содержимое клеток при большом увеличении и рассмотреть форму хромопластов. Зарисовать одну-две клетки мякоти плодов и сделать обозначения.

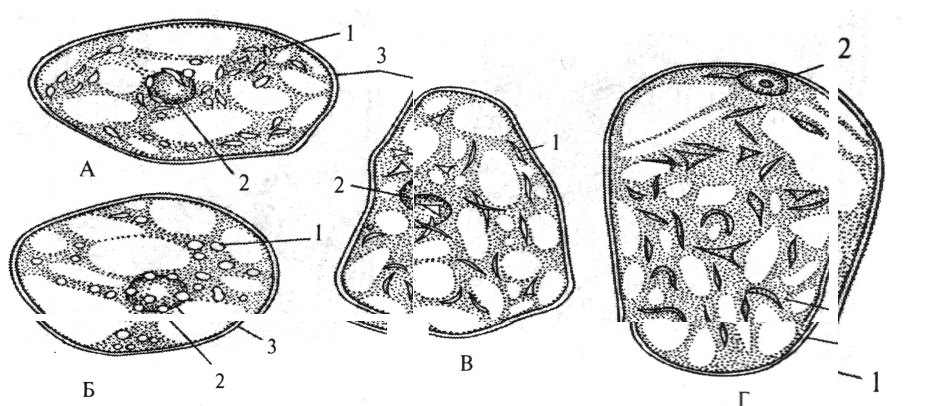


Рис. 4. Клетки мякоти зрелых плодов:

А – шиповник (*Rosa canina*); Б – ландыш (*Convallaria majali*)

В – рябина (*Sorbus aucuparia*); Г – боярышник (*Crataegus sanguine*)

1 – хромопласты; 2 – ядро; 3 – стенка клетки

3. Изготовить препарат нижней эпидермы листа традесканции. Рассмотреть при большом увеличении содержимое клеток, найти лейкопласты. Зарисовать одну-две клетки и сделать обозначения (рис. 5).

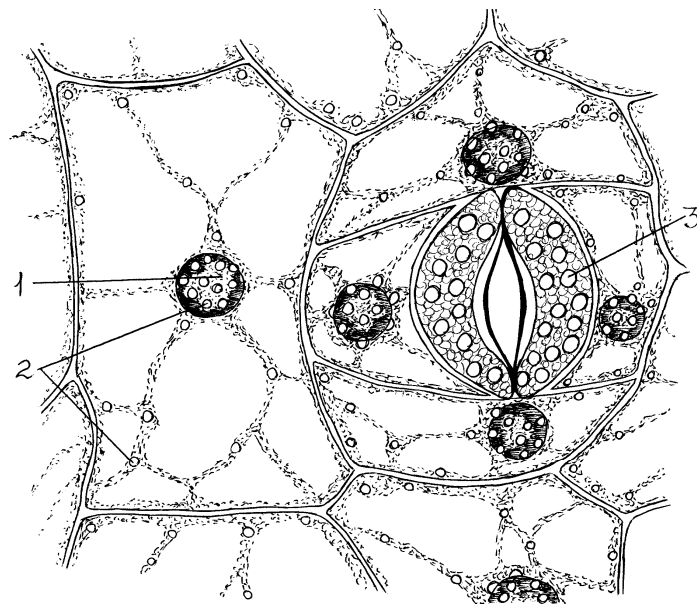


Рис. 5. Эпидерма листа традесканции:
1 - ядро; 2 - лейкопласты;
3 – хлоропласты в замы-
кающих клетках

4. Сделать вывод об особенностях строения и функциях растительной клетки.

ТЕМА 2. ТКАНИ

В основе организации высших растений лежит принцип специализации клеток, который заключается в том, что каждая клетка организма выполняет не все присущие ей функции, а только некоторые, но зато более полно и совершенно.

Группы клеток, структурно и функционально сходные друг с другом и обычно имеющие общее происхождение, получили название тканей.

Существуют различные классификации тканей, но все они достаточно условны. Растительные ткани делят на несколько групп в зависимости от основной функции:

- меристемы, или образовательные ткани;
- покровные;
- проводящие;
- механические;
- запасающие;
- секреторные, или выделительные;
- фотосинтезирующие.

Лабораторная работа 2

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ. ПЕРВИЧНАЯ МЕРИСТЕМА

Материал: постоянный микропрепарат конуса нарастания стебля элодеи (*Elodea canadensis* Rich.).

Цель работы: Изучить особенности строения меристематической ткани.

Задание

1. Ознакомиться с общими чертами микроскопического строения верхушки стебля и отличительными признаками апикальной меристемы конуса нарастания.

2. Изучить строение камбия.

3. Ознакомиться со строением годичных колец древесных растений.

Порядок работы

1. При малом увеличении рассмотреть постоянный препарат верхушечной почки побега элодеи. Зарисовать контурный рисунок почки, обозначив на нем конус нарастания, листовые бугорки и бугорки пазушных почек. Рассмотреть при большом увеличении две - три клетки конуса нарастания и клетку сформировавшегося листа. Зарисовать и сделать соответствующие обозначения (рис. 6).

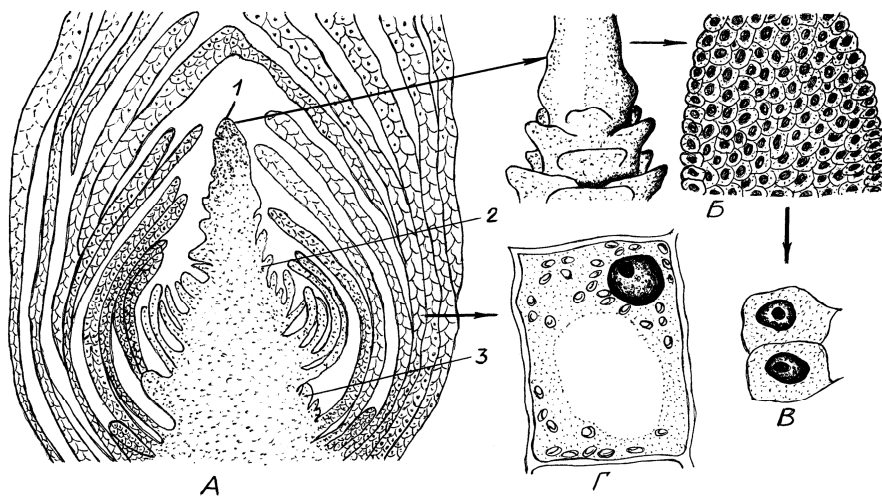


Рис. 6. Верхушечная почка побега элодеи (*Elodea canadensis*):
А - продольный разрез; Б - конус нарастания (внешний вид и разрез); В - клетки первичной меристемы; Г - клетки из сформировавшегося листа:
1 - конус нарастания; 2 - зачаток листа;
3 - бугорок пазушной почки (по Хржановскому)

2. Рассмотреть и зарисовать строение камбия на рис. 7 и на микропрепарате поперечного среза липы.

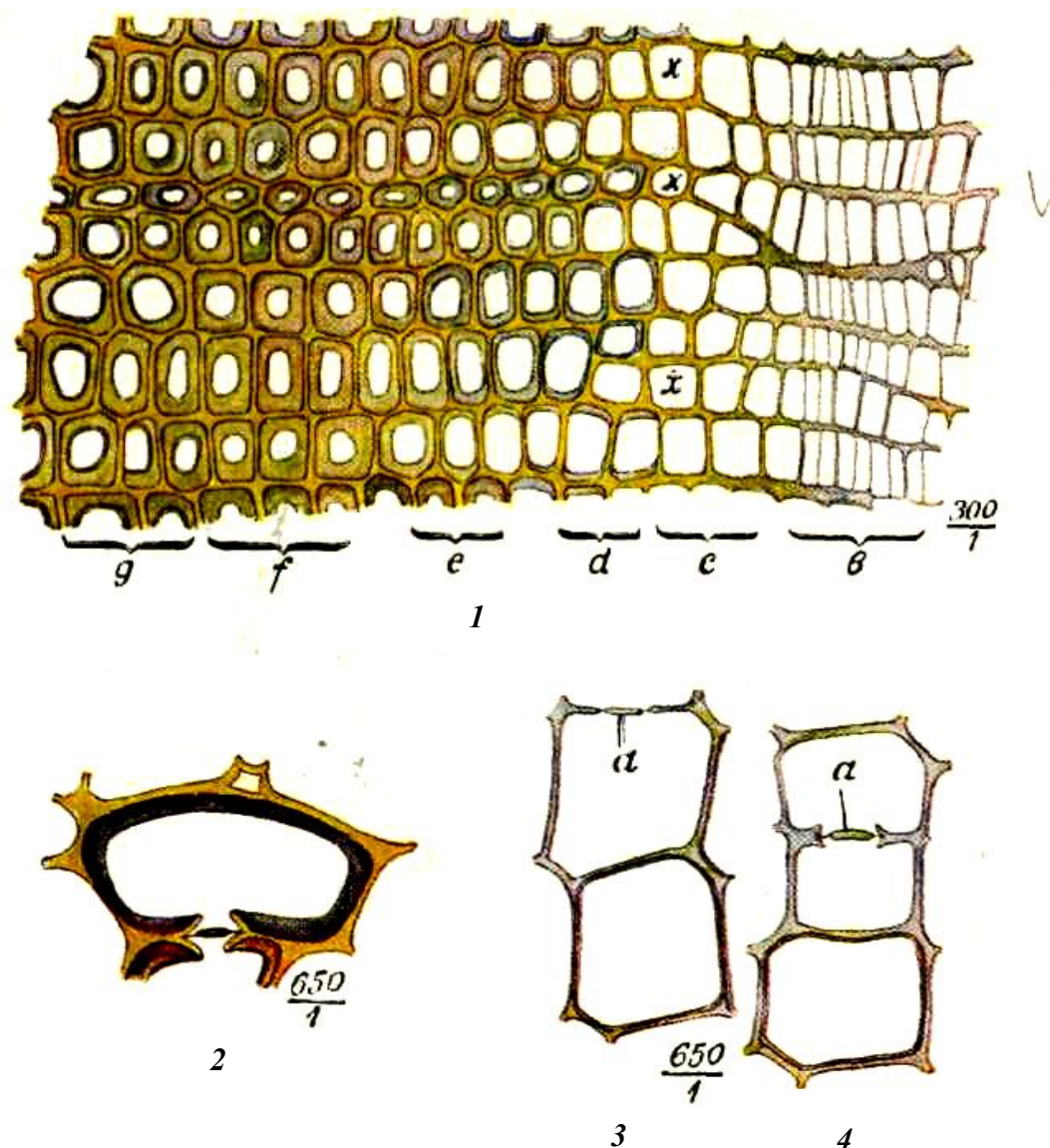


Рис. 6. Поперечный разрез через камбий и образующуюся из него позднюю древесину у основания ствола 60-летней сосны

1. *б* – зона делящихся клеток камбия с тонкими оболочками, *с* – зона начинающегося одревеснения срединных пластинок, образовавшихся из оболочек камбия; *д* – начало отложения вторичных слоев из целлюлозы, *е* – начало древеснения вторичных слоев оболочки, *ф*, *г* – дальнейший рост и одревеснение вторичных слоев.

2. Окаймленная пора до окончательного одревеснения вторичной оболочки.

3 и 4. Поперечные разрезы через молодые трахеиды с развивающимися окаймленными порами. Видно, что заложение пор и окаймление около них происходит до отложения вторичных слоев

3. Изучить внешний вид и строение годичного кольца на поперечном, продольном и тангентальном спилах сосны и березы. Отметить разную ширину годичных колец, подсчитать примерный возраст дерева (рис. 8).

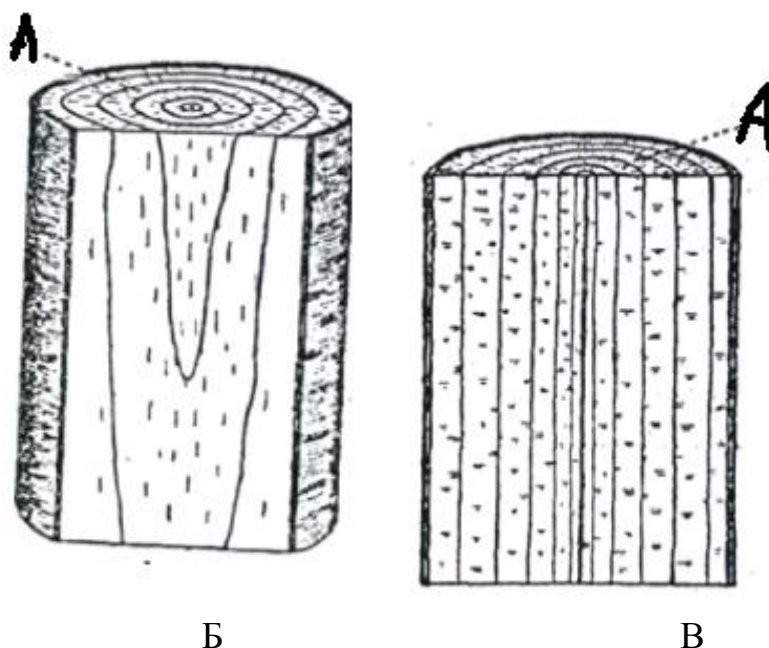


Рис. 8. Поперечный (А), тангентальный (Б) и радиальный (В) разрезы обрубка ствола (схема). Годичные кольца и сердцевинные лучи видны на всех трех разрезах

Лабораторная работа 3

ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ (ЭПИДЕРМА, ПЕРИДЕРМА И КОРКА)

Покровные ткани расположены на поверхности органов растений и защищают внутренние ткани от воздействия температур, механических повреждений, патогенных микроорганизмов. Кроме этого, покровные ткани осуществляют транспирацию (регулируют газообмен и испарение). В связи с этим покровные ткани имеют следующие характерные особенности строения:

- плотное, без межклетников соединение клеток;
- видоизменения клеточных стенок (кутинизация и опробковение);
- структуры для выполнения функции транспирации.

В зависимости от происхождения и строения среди покровных тканей различают: эпидерму (эпидерму у корня), перидерму (пробку) и корку.

Материал: постоянные микропрепараты кожицы чешуи лука, эпидермы листа герани (*Geranium sp.*) с волосками, постоянный микропрепарат поперечного среза ветки бузины (*Sambucus racemosa L.*), спилы древесных растений.

Цель работы: изучить особенности строения покровных тканей: эпидермы, перидермы и корки.

Задание: ознакомиться со строением покровных тканей и основными типами эпидермы и устьичных аппаратов.

Порядок работы

1. Рассмотреть постоянный микропрепарат эпидермы герани и строение волосков. Зарисовать различные типы эпидермы и устьичных аппаратов (рис. 9). Сделать рисунки и обозначения.

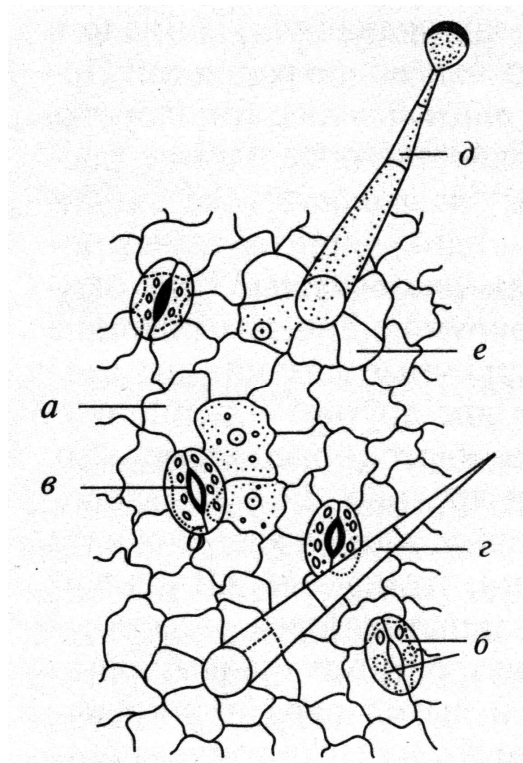


Рис. 9. Эпидерма нижней стороны листа герани:

- а – основные клетки эпидермы;
- б – замыкающие клетки устьища;
- в – устьичная щель;
- з – кроющий волосок;
- д – железистый волосок;
- е – околотовосковые клетки

2. Изучить особенности вторичной покровной ткани – перидермы. Рассмотреть на постоянном препарате строение перидермы стебля бузины. Отметить феллоген (пробковый камбий), феллему (пробку) и феллодерму (пробковую паренхиму) (рис. 10).

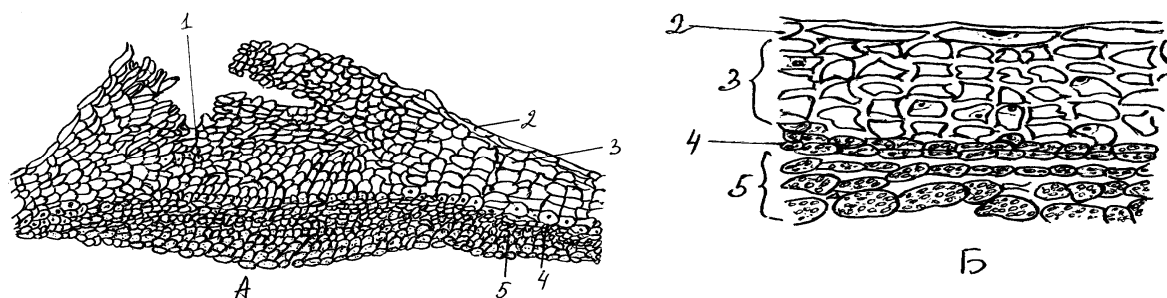


Рис. 10. Перидерма стебля бузины (*Sambucus racemosa*):

- А - чечевичка; Б - участок перидермы: 1 - выполняющая ткань;
- 2 - остатки эпидермы; 3 - пробка (феллема); 4 - пробковый камбий (феллоген); 5 – феллодерма

3. Рассмотреть и зарисовать образование и внешний вид многолетней корки древесных растений (рис. 11, 12).

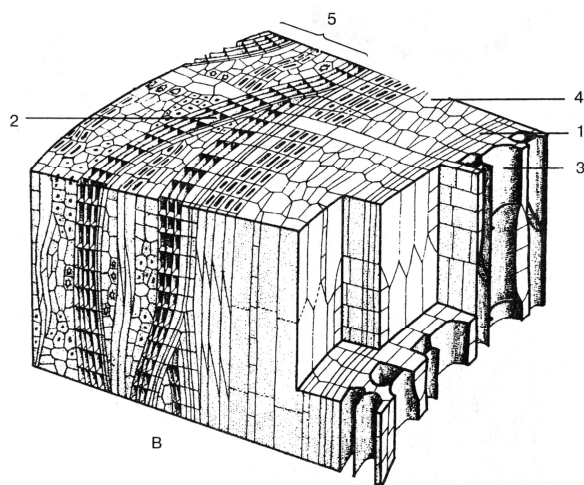


Рис. 11. Строение корки и расположение тканей в коре:
1 – камбий; 2 – повторные перидермы;
3 – ксилема; 4 – вторичная флоэма;
5 – корка

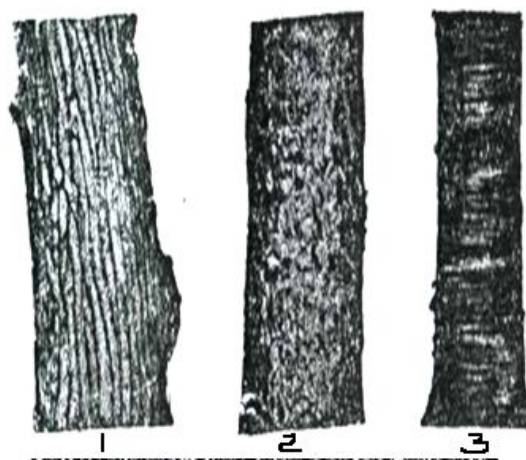


Рис. 12. Внешний вид корки:
1 – таблитчатая корка дуба,
2 – чешуйчатая корка ели,
3 – отслаивающаяся пробка
на стволе березы

4. Сделать вывод об особенностях строения и образования покровных тканей.

Лабораторная работа 4

ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ. КСИЛЕМА И ФЛОЭМА

Проводящие ткани обеспечивают в растении передвижение воды с растворами минеральных солей (ксилема) и продуктов фотосинтеза (флоэма), образующихся в листьях. Основными элементами проводящих тканей являются сосуды, трахеиды и ситовидные трубки.

Сосуды – это длинные полые трубки, по которым поднимаются вверх по стеблю вода и растворы солей. Клеточные стенки сосудов имеют разнообразные утолщения и одревесневают.

Трахеиды – отдельные мертвые клетки прозенхимной формы со скошенными концами. Клеточная стенка трахеид сильно утолщена, одревесневает и пронизана окаймленными порами.

Ситовидные трубки с клетками-спутницами – живые проводящие элементы, состоящие из прозенхимных клеток, поперечные перегородки между которыми частично разрушаются, образуя ситовидные поля и ситовидные пластинки.

Материал: постоянные препараты стебля кукурузы (*Zea mays* L.), проводящие элементы ксилемы в стебле подсолнечника (*Helianthus annuus* L.).

Цель работы: изучить особенности строения проводящих тканей.

Задание: ознакомиться с элементами, входящими в состав проводящих тканей.

Порядок работы

1. Рассмотреть строение трахеид на продольном срезе древесины сосны. Зарисовать строение трахеиды, отметить утолщенную клеточную стенку и окаймленные поры (рис. 13).

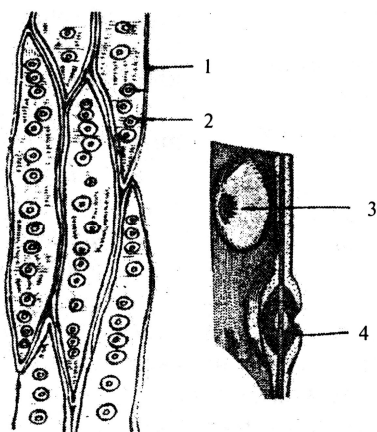


Рис. 13. Трахеиды древесины сосны (*Pinus silvestris* L.):
1 – клетка трахеиды;
2 – окаймленная пора; 3 – вторичная оболочка окаймленной поры;
4 – первичная оболочка с торусом

3. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля кукурузы и ознакомиться со строением проводящего пучка. Зарисовать проводящий пучок и обозначить все ткани, входящие в его состав (рис. 14).

4. На постоянном препарате в стебле подсолнечника рассмотреть проводящие элементы ксилемы и зарисовать все встречающиеся типы сосудов, сделать соответствующие обозначения (рис. 15).

5. Сделать вывод об особенностях строения и происхождения проводящих тканей.

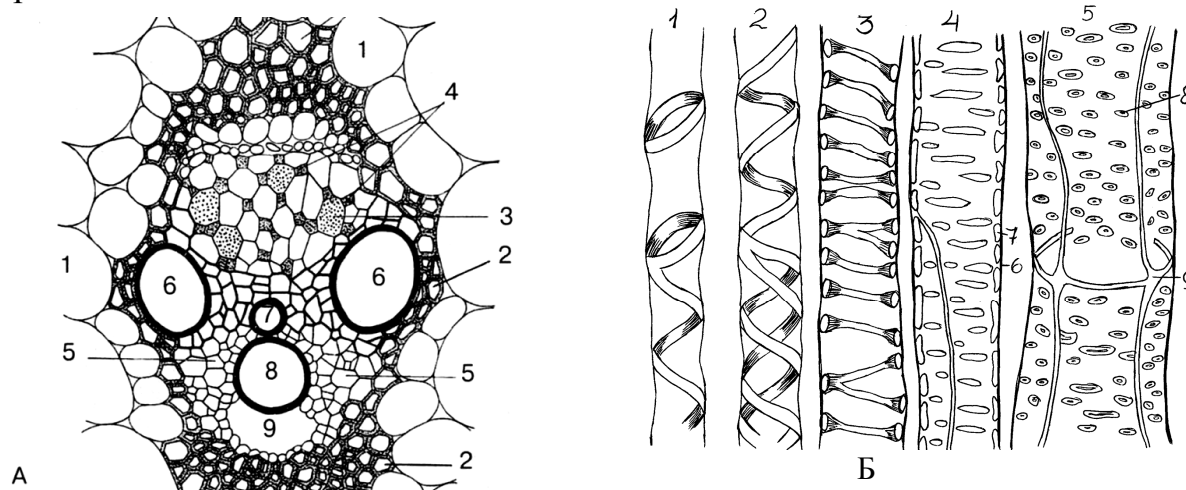


Рис. 14. Проводящий пучок кукурузы: А – поперечный срез; Б – продольный срез;
1 – основная паренхима; 2 – склеренхима (механические волокна);
3 – ситовидные трубки; 4 – клетки-спутницы; 5 – древесная паренхима;
6 – пористый сосуд; 7 – спиральный сосуд; 8 – кольчатый сосуд;
9 – воздушная полость

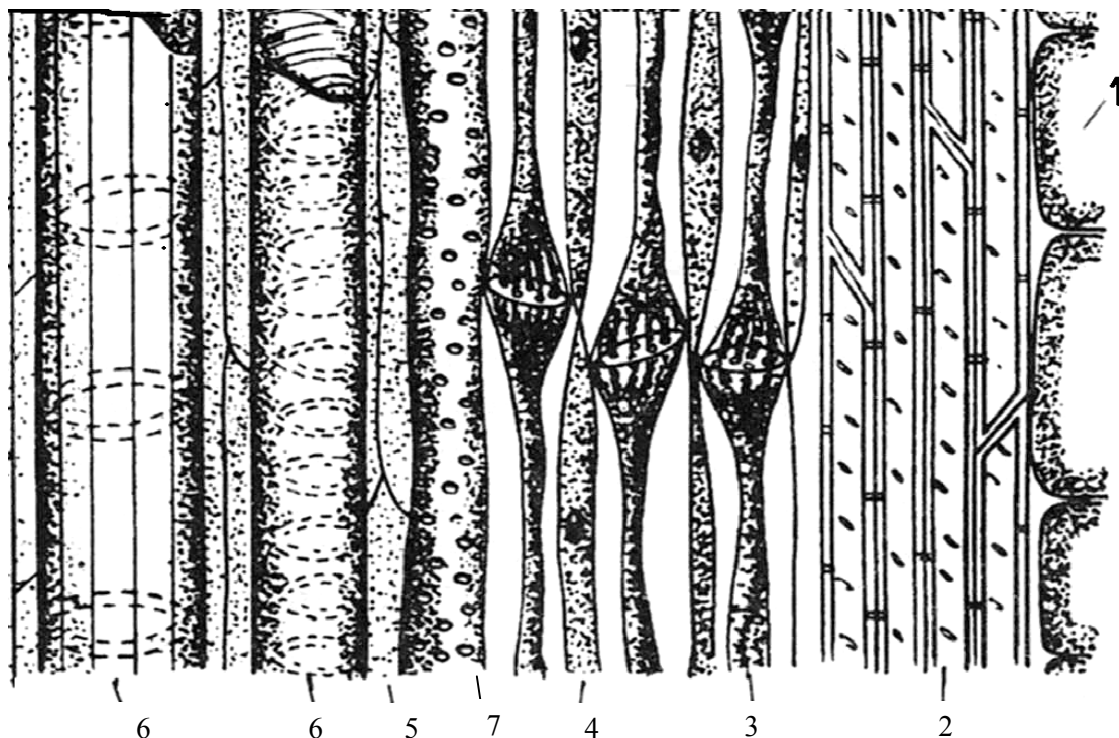


Рис. 15. Сосуды на продольном сечении стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*): 1 - спирально-кольчатый сосуд; 2 - спиральный сосуд; 3 - спиральный сосуд в разрезе; 4 - лестничный сосуд; 5 - пористый сосуд; 6 - вторичная оболочка; 7 - окаймленные поры

ТЕМА 3. АНАТОМИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ

Лабораторная работа 5

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА

Материал: постоянные микропрепараты листа камелии (*Camellia sp.*), сосны (*Pinus sp.*).

Цель работы: изучить отличительные особенности внутреннего строения листьев разных растений.

Задание: познакомиться с основными закономерностями строения пластинчатых листьев и листа хвойных растений, с некоторыми признаками ксероморфизма на примере строения хвои сосны.

Порядок работы

1. Изучить и зарисовать микроскопическое строение листьев: камелии (двудольное растение), сосны (хвойное).

На поперечном срезе листа, начиная с верхней стороны, различают следующие ткани: верхнюю эпидерму, мезофилл с включенными в него

проводящими пучками и нижней эпидерму (рис. 16, 17). Удобным объектом для изучения плоского (пластинчатого) листа является лист комнатного древесного растения – камелии (см. рис. 16).

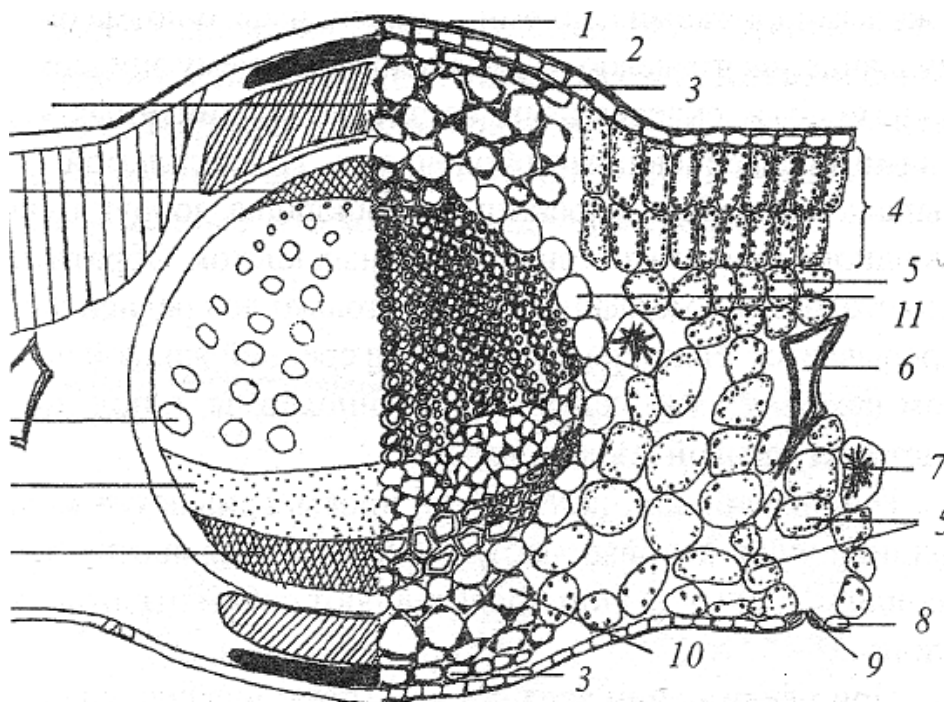


Рис. 16. Поперечный срез листа камелии:

- 1 – кутикула; 2 – верхний эпидермис; 3 – гиподерма;
 4 – столбчатый мезофилл; 5 – губчатый мезофилл; 6 – склереида;
 7 – друза оксалата кальция; 8 – нижний эпидермис; 9 – устьичный аппарат;
 10 – колленхима; 11 – паренхимная обкладка; 12 – ксилема; 13 – флоэма;
 14 – склеренхима (Уткина, Бетехтина, 2009)

Эпидерма листа состоит из живых бесцветных паренхимных клеток, расположенных в один слой и плотно соединенных друг с другом. На верхней поверхности клеток эпидермы есть кутикула – пленка жироподобного вещества кутина, усиливающего защитные свойства эпидермы. Клетки верхней эпидермы более крупные, с толстыми наружными стенками и более мощным кутикулярным слоем. Среди клеток нижней эпидермы просматриваются многочисленные устьица. Мезофилл является ассимиляционной тканью и представлен живыми паренхимными клетками, содержащими хлоропласты. В мезофилле совершается важнейший физиологический процесс – фотосинтез.

Примыкающие к верхней эпидерме клетки мезофилла имеют вытянутую форму, плотно сомкнуты между собой, не имеют межклетников. Это столбчатая (палисадная) паренхима. Ниже располагается губчатая паренхима, представленная клетками разной формы с крупными межклетниками между ними. Межклетники связаны между собой и имеют сообщение с внешней средой через устьичные щели.

Проводящие и механические ткани листа сосредоточены в жилках. По своей природе жилки являются проводящими пучками. Строение проводящего пучка лучше рассматривать на главной жилке. При малом увеличении хорошо различается ксилема, обращенная к верхней стороне листа, и примыкающая к ней флоэма, обращенная к нижней стороне. Ксилема состоит из водопроводящих элементов – сосудов и трахеид – и некоторого количества ксилемной паренхимы. Оболочки клеток ксилемы одревесневшие. Клетки сосудов и трахеид не имеют живого протопласта. Флоэма представлена ситовидными трубками и клетками-спутницами, имеющими тонкие неодревесневшие оболочки и живой протопласт. По клеткам флоэмы происходит отток продуктов фотосинтеза из листа в другие органы растения. Около проводящего пучка, преимущественно на верхней и нижней стороне его, находятся многоугольные клетки с толстыми одревесневшими стенками, лишенные протопласта. Это механические склеренхимные волокна.

К проводящему пучку примыкает паренхимная обкладка, состоящая из одного слоя тонкостенных живых клеток, не содержащих хлоропластов. Обкладка жилок служит для связки их с мезофиллом.

Как и плоский лист, хвоя покрыта эпидермой и содержит хлорофиллоносную ткань – мезофилл – и проводящие ткани в жилке. Однако каждая из тканей хвои имеет свои отличительные особенности от соответствующих элементов структуры плоского листа. Кроме того, в хвое содержатся ткани, отсутствующие в плоском листе (см. рис. 17).

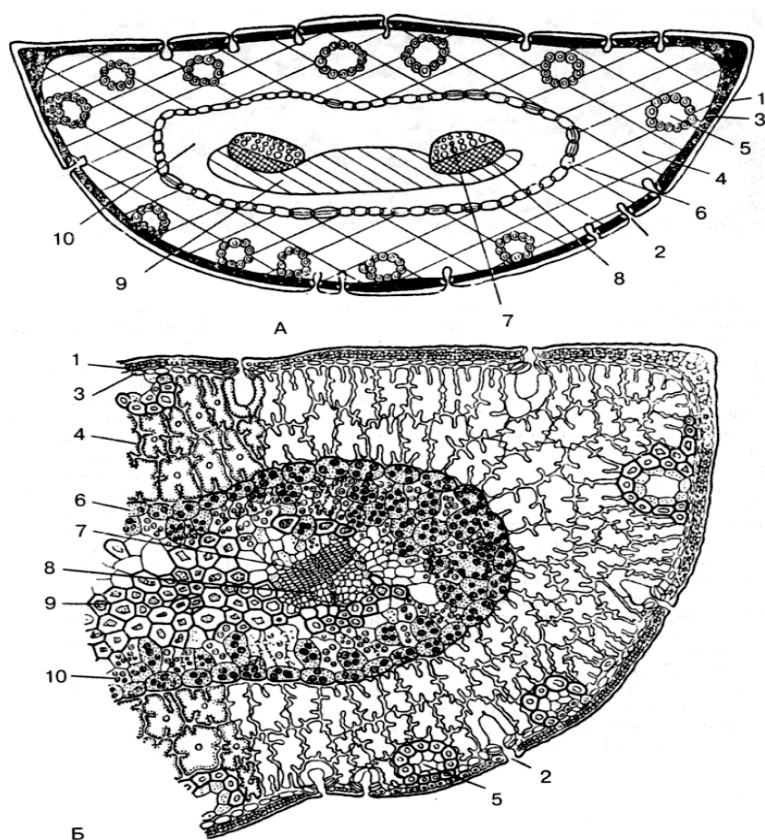


Рис. 17. Поперечный срез хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*): А – общая схема; Б – фрагмент листа; 1 – эпидермис; 2 – устьице; 3 – гиподерма; 4 – складчатый мезофилл; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма; 7 – ксилема; 8 – флоэма; 9 – склеренхима; 10 – трансфузионная ткань

Покровная ткань хвой – эпидерма – состоит из одного слоя паренхимных клеток, имеющих утолщенные оболочки, мощный слой кутикулы.

Устьица располагаются на обеих сторонах хвой глубже клеток эпидермы на уровне гиподермы, залегающей под эпидермой. Гиподерма представляет собой один ряд клеток (по углам хвой – 2-3 ряда) механической ткани с утолщенными и одревесневшими оболочками.

Ассимиляционная ткань, составляющая основную массу хвоинки, носит название складчатой паренхимы. Это клетки однородные, плотно-сомкнутые, тонкостенные; оболочки их образуют многочисленные складки для увеличения площади ассимилирующей поверхности. Во всех клетках складчатой паренхимы хлоропласты многочисленны и распределены равномерно. Под гиподермой среди клеток складчатой паренхимы просматриваются смоляные ходы. Канал такого хода выстлан тонкостенными эпителиальными клетками, выделяющими живицу. Смоляной ход окружен слоем толстостенных одревесневших волокон, представляющих собой механическую обкладку. Смоляные ходы хвой не соединяются со смоляными ходами побега, а заканчиваются у основания хвой.

В центре хвой находится центральный цилиндр с двумя проводящими пучками, окруженный одним рядом тонкостенных живых клеток эндодермы. Проводящие пучки состоят из ксилемы и флоэмы. Ксилема обращена к плоской стороне хвой и представлена толстостенными клетками трахеид, выполняющих водопроводящую функцию. Между рядами трахеид просматриваются ряды узких живых клеток. Это сердцевинные лучи. Флоэма состоит из живых тонкостенных ситовидных клеток, осуществляющих отток продуктов фотосинтеза из листа. Между проводящими пучками хорошо видны клетки с сильно утолщенными оболочками – склеренхимные волокна. Их функция механическая. Остальное пространство между эндодермой и проводящими пучками заполнено трансфузионной тканью, осуществляющей связь мезофилла с проводящими пучками хвой.

АНАТОМИЯ СТЕБЛЯ

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Строение стебля древесных растений (непучковое строение) изучается на одной из трех плоскостей: перпендикулярно оси стебля – поперечный срез, вдоль оси по радиусу стебля – радиальный срез, вдоль оси перпендикулярно радиусу – тангентальный срез (рис. 18).

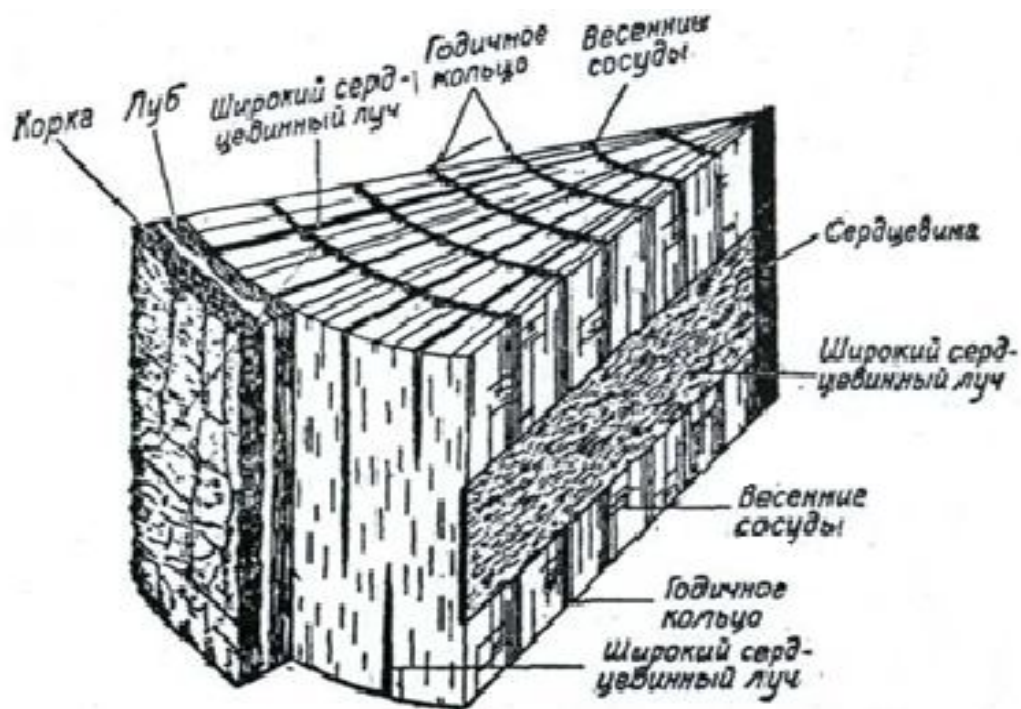


Рис 18. Схема трех разрезов на одном обрубке ствола.
Часть коры удалена, и обнажается тангентальная поверхность древесины, сверху – поперечная поверхность и сбоку – радиальная

На каждой поверхности сердцевинные лучи имеют различный вид.

Лабораторная работа 6

СТЕБЕЛЬ И ДРЕВЕСИНА ГОЛОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

При малом увеличении рассматривается постоянный микропрепарат поперечного среза молодой ветки сосны или ели. На срезе легко отличить три основных участка: кору, древесину (ксилему) и сердцевину (рис. 19, 20, 21).

Кора. Если срез сделан в начале вегетационного периода, то молодой (однолетний) побег сосны одет первичной покровной тканью – эпидермой. Эпидерма – однослойная ткань с хорошо развитой кутикулой. Под эпидермой просматривается гиподерма, клетки которой вытянуты вдоль оси побега. Если срез сделан в середине или в конце вегетационного периода, то на однолетнем побеге формируется перидерма, заложение которой вызывает отмирание и отшелушивание эпидермы и гиподермы. Перидерма, представляющая собой комплекс тканей, состоит из нескольких слоев. Наружный ее слой – пробка (феллема) – представляет несколько

ко рядов крупных клеток, лишенных протопласта, с утолщенными клеточными стенками, пропитанными суберином.

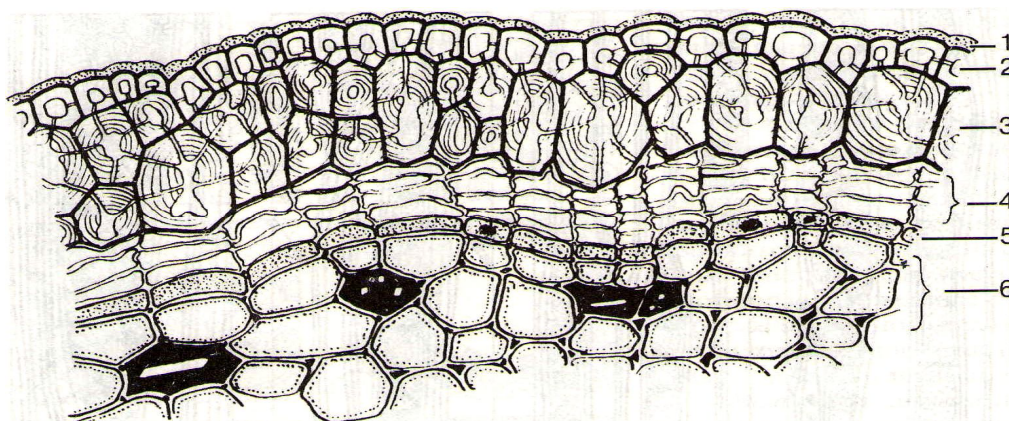


Рис. 19. Поперечный срез периферической части однолетнего стебля сосны приморской: 1 – кутикула; 2 – эпидермис; 3 – гиподерма, представленная склереидами; 4 – феллема; 5 – феллоген; 6 – феллодерма

Под пробкой расположен слой тонкостенных сплюснутых живых клеток пробкового камбия (феллогена). Ниже хорошо заметны крупные паренхимные живые клетки феллодермы (пробковой паренхимы).

Под перидермой в молодом побеге хорошо различаются слои хлорофиллоносной живой паренхимы первичной коры, среди которой выделяются довольно крупные смоляные ходы. Первые из них – крупные, эллипсовидные в поперечнике, расположены ближе к лубу; вторые – округлые, вдвое меньше по диаметру основных, просматриваются ближе к периферии первичной коры. По структуре оба типа ходов одинаковы: изнутри они выстланы одним слоем эпителиальных клеток, снаружи окружены 1-2 слоями клеток сопровождающей паренхимы, отличающейся от паренхимы коры более толстыми оболочками.

За паренхимой коры к центру побега отдельными участками располагается первичная флоэма, сложенная проводящими и запасными элементами, которые к концу вегетационного периода сдавливаются и теряют свою функцию.

Далее к центру побега выделяется участок вторичной флоэмы (луба), состоящий из проводящих, запасных и выделительных элементов. Проводящими элементами луба являются ситовидные клетки. Поперечники ситовидных клеток обычно прямоугольные. На поперечном срезе видно, что ситовидные клетки расположены группами. Это клетки с тонкостенной целлюлозной оболочкой, заполненные сильно оводненной цитоплазмой. Запасной тканью вторичной флоэмы является лубяная паренхима, располагающаяся правильными рядами. Ее клетки с тонкими оболочками, с живым протопластом. В некоторых из них имеются

кристаллы оксалата кальция. Запасающую функцию выполняют и живые паренхимные клетки радиальных лучей, осуществляющие связь между корой и древесиной. Часть лучей содержит горизонтальные смоляные ходы, но число последних невелико.

Механические элементы во вторичной флоэме у сосны отсутствуют.

Камбий. На границе между лубом и древесиной находится вторичная образовательная ткань – камбий, в результате деятельности которого происходит новообразование элементов луба и древесины. Клетки камбия отличаются от клеток соседних тканей несколько сплюснутой формой и меньшими размерами. Полость этих клеток заполнена протопластом, они живые, способны к постоянному делению.

Древесины. Древесина (вторичная ксилема) сосны имеет довольно однообразное строение (рис. 20, 21). Она состоит из водопроводящих, запасющих и выделительных тканей. К водопроводящим тканям относятся трахеиды, представляющие собой клетки, лишенные протопласта, с утолщенной одревесневшей (пропитанной лигнином) оболочкой. Трахеиды в древесине побега сосны бывают двух типов: клетки с относительно тонкой оболочкой и широкой полостью – ранние трахеиды, выполняющие водопроводящую функцию, и клетки с толстой оболочкой и узкой полостью – поздние трахеиды, осуществляющие механическую функцию. Радиальные лучи, проходящие через древесину, состоят из клеток двух типов. Среднюю часть луча составляют 2-5 или более рядов живых паренхимных клеток, которые имеют правильные очертания и снабжены крупными простыми порами. По этим клеткам происходит горизонтальный ток органических веществ, и в них откладываются запасные вещества. Краевые клетки луча (1-2 ряда) лишены протопласта. Это лучевые трахеиды, имеющие неправильные очертания и многочисленные мелкие окаймленные поры на стенках. По этим клеткам осуществляется транспорт воды в горизонтальном направлении. Большинство радиальных лучей однорядные. Единично встречаются лучи, утолщенные в средней части. Такие сердцевинные лучи содержат горизонтальные смоляные ходы.

В древесине, кроме горизонтальных, есть и вертикальные смоляные ходы, большей частью располагающиеся в поздней древесине. Вертикальные и горизонтальные смоляные ходы взаимосвязаны и образуют смолоносную систему древесины. Назначение последней – синтез, накопление и выделение особого защитного вещества, называемого живицей. Живица является раствором смоляных кислот в скипидаре и представляет собой густую тягучую жидкость, которая на воздухе быстро теряет летучие фракции, твердеет. Образуя твердую корочку на поверхности раны, она ограничивает доступ внутрь тканей ствола возбудителей болезней.

В окончательном сформированном смоляном ходе различают канал, выстланный по периферии эпителиальными клетками. Это крупные тонкостенные клетки с активным протопластом, в котором синтезируется

живица из поступающих в древесину сахаров. Слой эпителиальных клеток смоляного хода окружен системой паренхимных живых клеток, которые обязательно соединяются с паренхимными клетками сердцевинного луча. Среди них встречаются немногочисленные мертвые паренхимные клетки, частично сменяющиеся трахеидами.

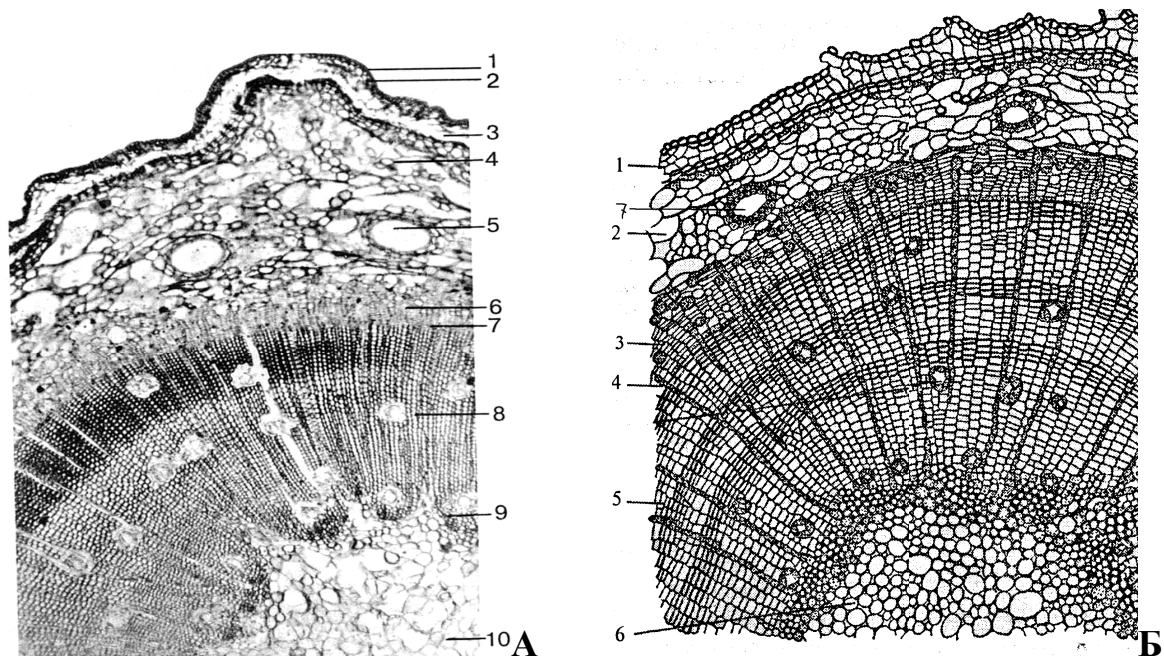


Рис. 20. Поперечный срез однолетней ветки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*):

А – вид под микроскопом:

- 1 – эпидерма; 2 – гиподерма;
- 3 – феллема; 4 – первичная кора;
- 5 – смоляные ходы первичной коры;
- 6 – вторичная флоэма; 7 – камбий;
- 8 – вторичная ксилема;
- 9 – первичная ксилема;
- 10 – сердцевина

Б – рисунок клеточного строения:

- 1 – перидерма; 2 – первичная кора;
- 3 – вторичная кора;
- 4 – камбий; 5 – древесина;
- 6 – сердцевина; 7 – смоляной ход

Сердцевина. В центре ветки сосны находится сердцевина, представленная крупными паренхимными клетками. В молодых побегах все клетки сердцевины живые и, как обычные паренхимные клетки, выполняют запасную функцию. Однако по мере старения побега большая часть этих клеток отмирает и заполняется воздухом.

На границе между древесиной и сердцевиной на молодом побеге можно различить небольшую зону первичной ксилемы. Она отличается от вторичной ксилемы наименьшими размерами трахеид и некоторым количеством паренхимных клеток.

Микроструктура древесины голосеменных растений, как и строение стебля, изучается на поперечном, продольном и тангентальном срезах (см. рис. 19, 20, 21).

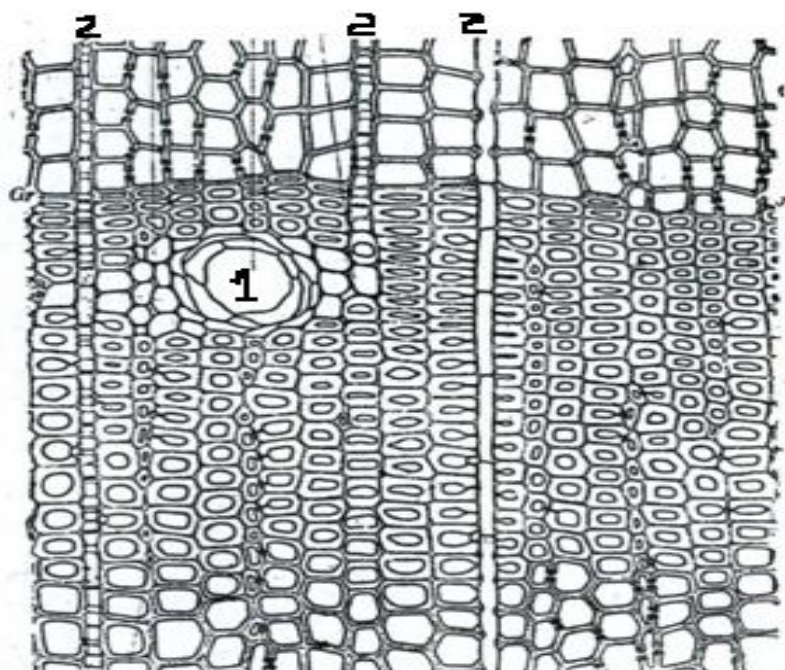


Рис.21. Поперечный
разрез древесины сосны:
1 – смоляной ход,
2 – сердцевинный луч.
В верхней части видна
граница годичного слоя
между ранними и
поздними трахеидами
двух следующих друг
за другом годов

Радиальный срез. На радиальном срезе трахеиды, составляющие основную массу древесины, представляют собой вытянутые длинные клетки, обычно с заостренными концами (рис. 22). На радиальных стенках трахеид хорошо видны окаймленные поры в виде двух концентрических кругов. Через них осуществляется поступление растворов из одной трахеиды в другую. Окаймленная пора в отличие от простой поры (имеющей на всем протяжении канал одинакового диаметра) имеет больший диаметр канала на стыке двух клеток и меньший диаметр его – на выходе в полость клетки (см. рис. 13). Хорошо заметно различие между ранними и поздними трахеидами. Трахеиды ранней древесины отличаются широкими полостями, тонкой стенкой и крупными окаймленными порами; поздние трахеиды – узкими полостями, толстыми стенками и редкими мелкими окаймленными порами.

Трахеиды пересекаются сердцевинными лучами. По краям луча находятся 1-2 ряда мертвых трахеидных полых клеток с мелкими окаймленными порами. В средней части луча располагаются вытянутые в горизонтальном направлении живые паренхимные клетки. В некоторых сердцевинных лучах можно различить горизонтальные смоляные ходы. Горизонтальный смоляной ход проходит среди паренхимных клеток луча. Вертикальные смоляные ходы идут параллельно трахеидам. Обычно на радиальном срезе можно видеть живые паренхимные клетки смоляного хода. Остальные части смоляного хода не видны.

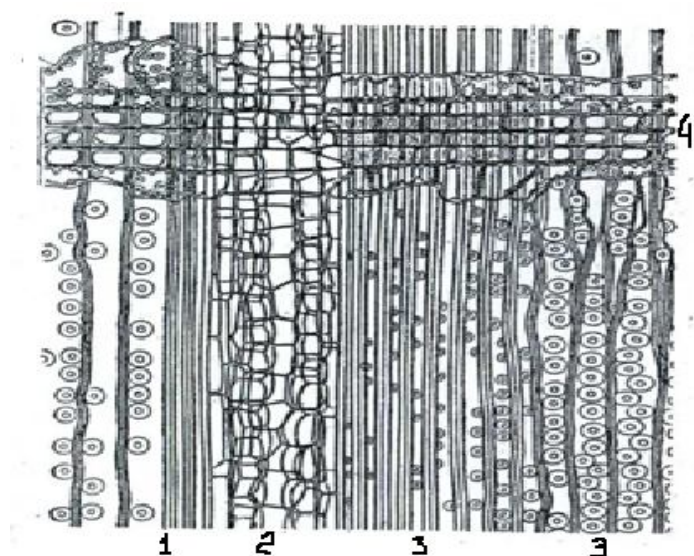


Рис. 22. Радиальный разрез
древесины сосны:
1 – граница годичного слоя,
2 – смоляной ход, одетый па-
ренхимой, 3 – трахеидные
клетки луча с окаймленными
порами, 4 – радиальный луч

Тангентальный срез. На тангентальном срезе (рис. 23) можно уви-
деть трахеиды или ранней, или поздней части годичного кольца. Трахеи-
ды здесь видны в виде длинных вытянутых клеток с заостренными кон-
цами. На тангентальных стенках ранних трахеид окаймленные поры не
просматриваются; на стенках поздних трахеид пор мало и они мелкие.
Сердцевинные лучи видны в виде однорядных цепочек паренхимных кле-
ток. Исключение составляют только те сердцевинные лучи, по которым
проходят горизонтальные смоляные ходы (рис. 24). Лучи, содержащие
смоляной ход, шире и выше остальных сердцевинных лучей и выглядят
на срезе многорядными цепочками паренхимных клеток. Горизонтальный
смоляной ход здесь устроен так же, как вертикальный смоляной ход на
поперечном срезе, т. е. внутри находится круглое отверстие канала смо-
ляного хода, выстланное эпителиальными клетками и окруженное живы-
ми паренхимными клетками.

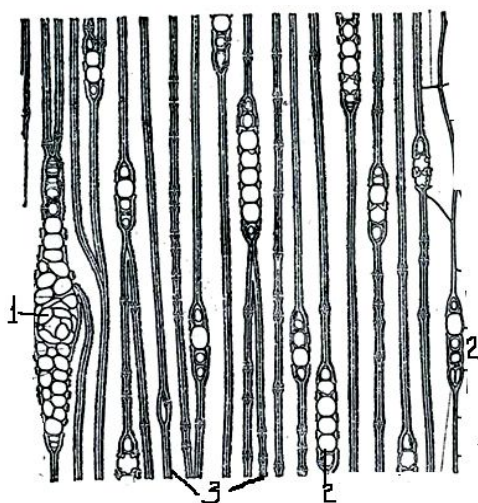


Рис. 23. Тангентальный разрез
древесины сосны:
1 – смоляной ход в древесине и сердце-
винном луче,
2 – сердцевинные лучи;
3 – трахеиды с окаймленными порами

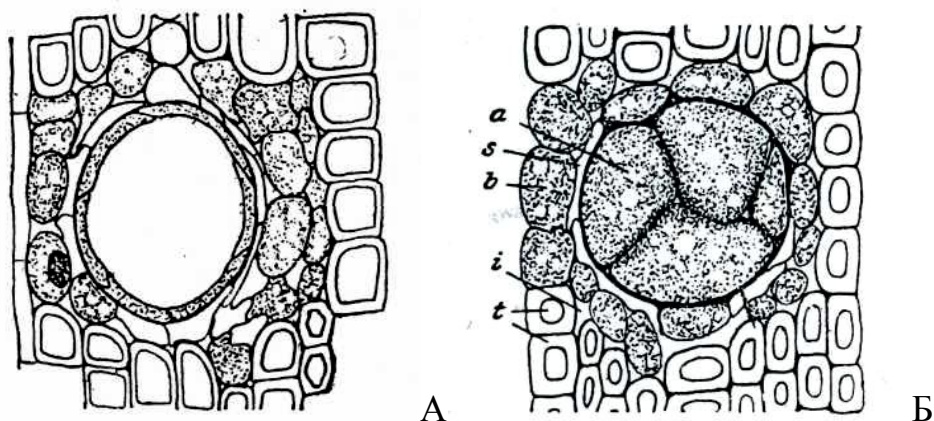


Рис. 24. Смоляной ход:
А – наполненный смолой; Б – после вытекания смолы

Лабораторная работа 7

СТЕБЕЛЬ И ДРЕВЕСИНА ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Материал: постоянные микропрепараты срезов стебля и древесины разных видов лиственных деревьев.

Цель работы: изучить внутреннее строение и строение древесины лиственных деревьев на примере липы, дуба, клена, граба. Выяснить отличия в строении кольчато-сосудистых и рассеянно-сосудистых древесин.

Задание: изучить строение стебля липы (непучковое строение). Зарисовать один сектор и сделать обозначения. Рассмотреть строение срезов других лиственных деревьев, сделать рисунки древесин кольчато-сосудистых и рассеянно-сосудистых.

Как и у голосеменных, на срезе лиственных деревьев выделяются кора, древесина (ксилема) и сердцевина (рис. 25). При малом увеличении на препарате видно, что вокруг сердцевинки концентрическими кругами располагаются *годовые слои древесины* (окрашены в малиновый или желтый цвет). Вокруг древесины узкой темной полоской располагается *камбий*. За камбием лежит ряд трапецевидных участков *флоэмы*, обращенных широким основанием к камбию. Они рассечены поперек прослойками *склеренхимы* (механических волокон), окрашенными в розовый цвет. Между участками флоэмы видны участки паренхимы треугольной формы, обращенные вершиной к камбию, а основанием к периферии. От вершины такого треугольника в древесину тянется радиальный ряд клеток с темным содержимым. Это *сердцевинный луч*. В ксилеме он представлен одним слоем клеток.

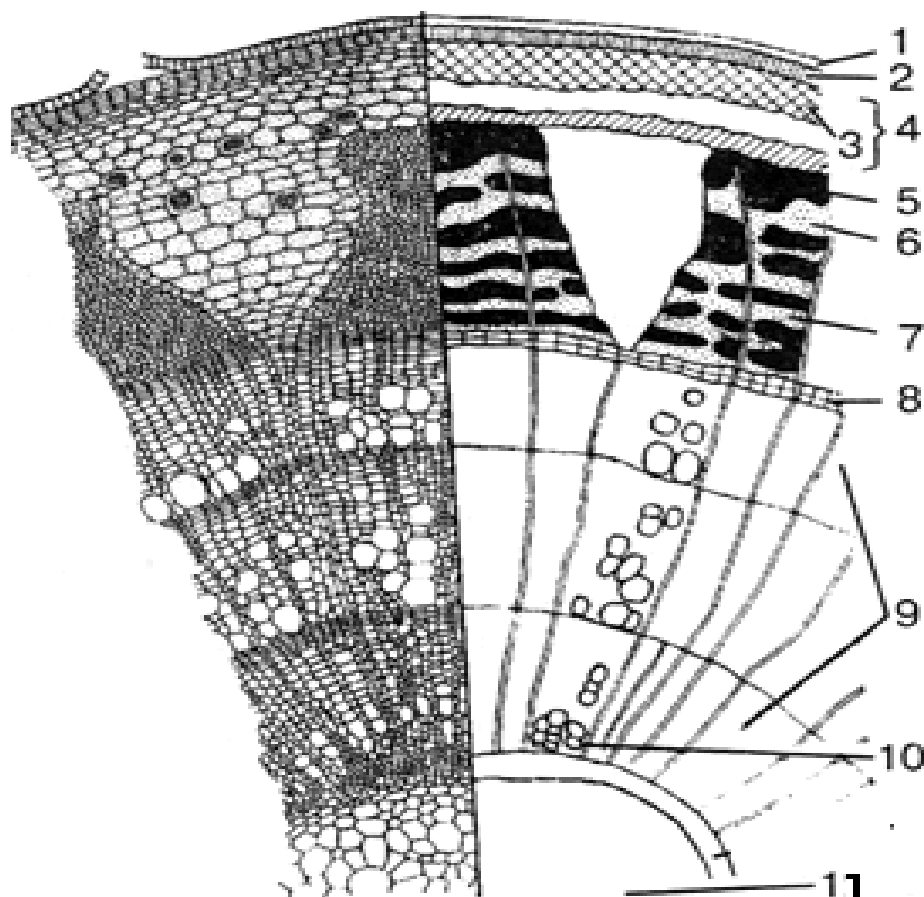


Рис. 25. Поперечный срез стебля липы:
 1 – остатки эпидермиса; 2 – пробка; 3 – колленхима; 4 – первичная кора;
 5 – перицикл; 6, 7 – первичная и вторичная флоэма; 8 – камбий;
 9, 10 – вторичная и первичная ксилема; 11 – сердцевина

Участки флоэмы, паренхима сердцевинных лучей и перициклическая зона, расположенная над ними, составляют вместе *вторичную кору*. С наружной стороны от нее начинается *первичная кора*, в состав которой входят: эндодерма (располагается над перициклом), паренхима и пластинчатая колленхима. У древесных растений эндодерма выражена слабо и почти неотличима от паренхимы. Сверху стебель покрыт пробкой, которая кажется сплошной благодаря темно-коричневой окраске клеточных стенок. Вторичная кора, камбий и древесина (ксилема) образуют *центральный проводящий цилиндр* стебля.

Покровная ткань. Клетки эпидермиса заменяются на перидерму уже спустя 3-4 недели после того, как стебель тронется в рост, поэтому к середине вегетации в нижней части молодого побега перидерма полностью сформирована. Клетки феллемы после отмирания могут быть заполнены воздухом или фенольными веществами (обычно буро-коричневого цвета). У березы они заполнены бетулином, придающим пробке белый цвет. У липы пробка образована плотно сомкнутыми радиальными рядами клеток.

Первичная кора. Колленхима у покрытосеменных хорошо развита. У липы она образует сплошное кольцо из клеток с утолщенными стенками. Клетки колленхимы содержат хлоропласты, поэтому на препарате они окрашены в зеленый или голубой цвет. Под колленхимой лежит слой крупных клеток паренхимы первичной коры. Эти клетки имеют живое содержимое, округлую, овальную или многоугольную форму (на поперечном разрезе) и несколько вытянуты по оси. Глубже располагается слабо выраженная эндодерма – самый глубокий слой клеток первичной коры. В отличие от стебля голосеменных (сосна, ель) при разрастании тканей центрального цилиндра первичная кора сохраняется.

Вторичная кора. Это постоянно функционирующая и хорошо обособленная часть стебля. Вторичная кора является самой периферической частью *центрального цилиндра*. Наружный слой вторичной коры, расположенный под эндодермой, называют *перициклом*. Перицикл многослоен, он образован чередующимися группами склеренхимы и паренхимы. К центру от перицикла видны трапецевидные участки флоэмы, внутри которых хорошо заметны группы толстостенных клеток – *лубяные волокна* (см. рис. 25).

Слои лубяных волокон называют *твердым лубом*. Остальные элементы флоэмы, а также паренхиму сердцевинных лучей относят к *мягкому лубу*. Ситовидные трубки имеют крупные размеры в поперечнике и не имеют содержимого (жидкое содержимое вытекает при поперечном разрезе). Рядом с ситовидными трубками находятся мелкие клетки-спутницы с густым темным содержимым. Лубяная паренхима окружает паренхимные трубки.

Камбий – латеральная меристема, состоящая из мелких тонкостенных живых клеток, располагается между флоэмой и древесиной. Откладывая новые клетки древесины, слой камбия отодвигается к периферии, а вместе с ним отодвигаются и все ткани, лежащие снаружи от этого слоя.

Древесина. Древесина – внутренний слой центрального цилиндра. Вторичная древесина липы, как и у сосны, представлена годичными кольцами. Годичные кольца образуются в результате периодичности работы камбия. *Весенняя древесина* состоит из больших по диаметру сосудов. Если сосуды максимального диаметра сосредоточены у границы предыдущего годичного кольца, такую древесину называют *кольцесосудистой*. *Летне-осенняя древесина* состоит из мелких сосудов, трахеид и либриформа, клетки которых немного сплюснуты. За мелкими элементами осенней древесины на следующий год опять формируются крупные сосуды весенней древесины. Этот резкий переход образует границы годичных слоев. В случае равномерного распределения сосудов по ширине годичного кольца древесина называется *рассеянно-сосудистой*. В этом случае граница годичных приростов не выражена и видна по слою мелких сплюснутых клеток осенней древесины (рис. 26). На продольных срезах

древесины (рис. 27, 28) хорошо видны крупные сосуды с разным типом одревеснения клеточных стенок, волокна либриформа и сердцевинные лучи.

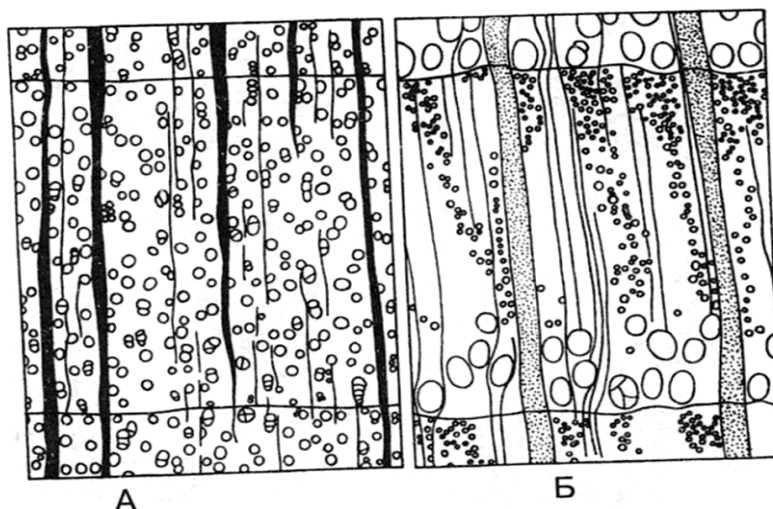


Рис. 26. Схема строения древесины на поперечных срезах у покрытосеменных растений:

А – рассеянно-сосудистая древесина клена остролистного (*Acer pseudoplatanus*);
Б – кольцесосудистая древесина дуба черешчатого (*Quercus robur*)

Сердцевина. Сердцевина состоит из неоднородных клеток, различающихся по размеру и характеру содержимого. Некоторые наиболее крупные имеют одревесневшие стенки и не имеют живого содержимого. Живые клетки с живым содержимым обычно более мелкие. В них содержатся дубильные вещества и крахмал.

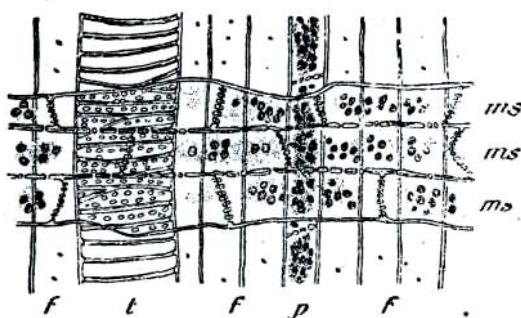


Рис. 27. Радиальный разрез древесины липы:
ms – сердцевинный луч,
t – сосуды точечно-спиральные,
/ – либриформ,
p – паренхимные волокна

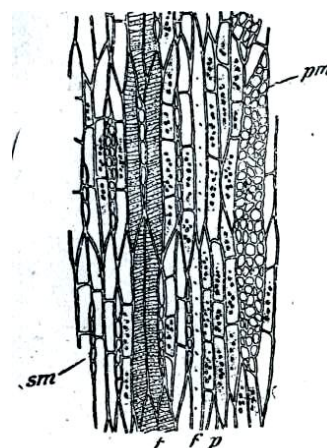


Рис. 28. Тангентальный разрез древесины липы: сердцевинный луч широкий pm и узкий – sm,
t – трахеиды, p – паренхима,
f – либриформ

Лабораторная работа 8

МИКРОСТРУКТУРА СТЕБЛЯ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Материал: микропрепараты стебля кукурузы (*Zea mays* L.), липы (*Tilia cordata* Mill.), подсолнечника (*Helianthus annuus* L.), кирказона (*Aristolochia* sp.).

Цель работы: изучить особенности строения стеблей у различных растений.

Задачи работы: познакомиться с общим планом строения стеблей однодольного и двудольного растений, а также с типами вторичных изменений проводящей системы двудольных растений (пучковым, переходным, непучковым).

Порядок работы

1. Изучить строение стебля кукурузы (первичное строение). Зарисовать схематично и сделать обозначения.

2. Изучить строение стебля кирказона (пучковое строение). Зарисовать один сектор и сделать обозначения.

На поперечном срезе стебля кукурузы обращает внимание расположение проводящих пучков. В центре стебля пучки крупнее, чем расположенные на периферии (рис. 29).

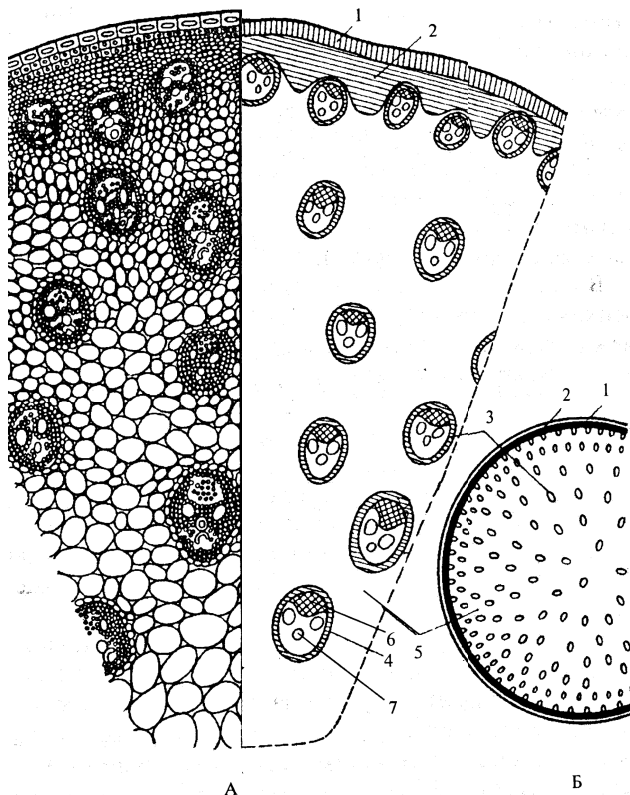


Рис. 29. Микроскопическое строение стебля кукурузы (*Zea mays*): А – сегмент поперечного среза и схема расположения тканей; Б – поперечный срез через стебель; 1 – эпидерма; 2 – склеренхима; 3 – проводящий пучок; 4 – склеренхимная обкладка пучка; 5 – основная паренхима стебля; 6 – первичная флоэма; 7 – первичная ксилема

При большом увеличении видно расположение тканей стебля. Стебель покрыт однослойной покровной тканью – эпидермисом. Клетки эпидермиса снаружи покрыты слоем кутикулы.

Первичная кора отсутствует, и под эпидермисом располагается мощный слой опорной ткани – *склеренхимы*. Клеточные стенки склеренхимы одревесневают и утолщаются. Все пространство внутри от склеренхимы заполнено клетками тонкостенной *основной паренхимы* стебля. Среди паренхимных клеток беспорядочно расположены проводящие пучки, в которых флоэма обращена к периферии, а ксилема – к центру стебля. Между ксилемой и флоэмой нет камбия, поэтому такие пучки называются *закрытыми*. Результатом отсутствия камбия является неспособность стебля кукурузы и других однодольных к вторичному росту в толщину. Вокруг каждого проводящего пучка находится механическая обкладка из клеток склеренхимы.

Стебель кирказона как двудольного растения резко отличается от рассмотренного выше стебля однодольного растения (кукурузы). Уже на малом увеличении микроскопа видно, что проводящие пучки в стебле кирказона располагаются в один ряд, образуя прерывистое кольцо (рис. 30).

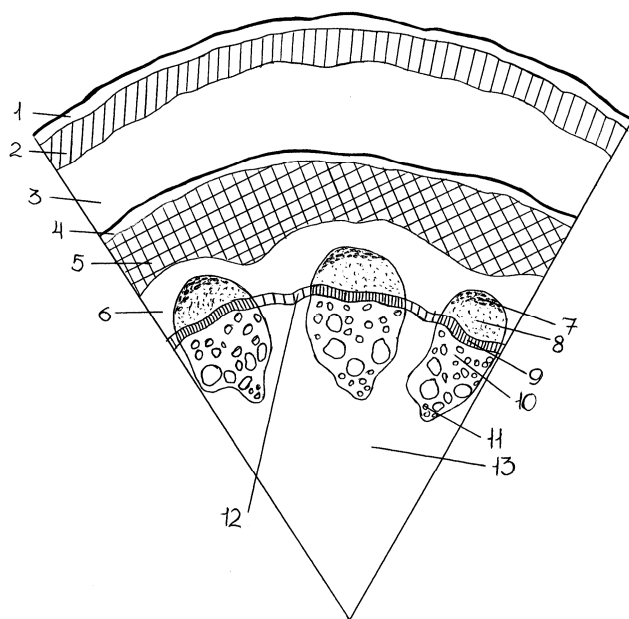


Рис. 30. Схема строения стебля кирказона (*Aristolochia* sp.):

- 1 – эпидермис;
- 2 – колленхима первичной коры;
- 3 – паренхима первичной коры;
- 4 – эндодерма;
- 5 – склеренхима;
- 6 – паренхима перицикла;
- 7 – первичная флоэма;
- 8 – вторичная флоэма;
- 9 – пучковый камбий;
- 10 – вторичная ксилема;
- 11 – первичная ксилема;
- 12 – межпучковый камбий;
- 13 – сердцевина

Ксилема (направлена к центру стебля) и флоэма (направлена к периферии стебля) в пучках разделены слоем клеток вторичной образовательной ткани – *камбия*. Особенностью строения стебля кирказона является наличие участков камбия и между пучками. *Пучковый* (расположенный в пучке) и *непучковый* (расположенный между пучков) камбий сливаются вместе, образуя сплошное *камбиальное кольцо*. Проводящие пучки, имею-

щие в своем составе камбий, называются *открытыми*, а стебель в таком случае способен к вторичному росту в толщину, но в отличие от древесных растений продолжительность этого роста наибольшая, так как камбий работает короткое время, а не всю жизнь растения, как у древесных растений. Пучки погружены в паренхимную ткань, заполняющую всю центральную часть стебля. Тяжи паренхимы между пучками образуют *сердцевинные лучи*. К слою паренхимы, расположенному кнаружи от проводящих пучков, прилежит *механическая ткань* в виде сплошного кольца. Ткань образована склеренхимными клетками с утолщенными одревесневшими клеточными стенками. Стебель покрыт эпидермисом с расположенной под ним первичной корой, самый глубокий ряд которой образуют клетки эндодермы.

Лабораторная работа 9

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

Материал: микропрепараты корня ириса (*Iris germanica*) и тыквы (*Cucurbita pepo*).

Цель работы: изучить анатомические особенности корней первичного и вторичного строения. Выяснить особенности перехода ко вторичному строению корня.

Задачи работы: познакомиться со строением первичного корня на примере молодого корня ириса и со строением зрелого корня на примере корня тыквы.

Порядок работы

1. Изучить строение корня ириса в зоне всасывания (первичное строение). Зарисовать сегмент и схему строения, сделать обозначения.
2. Изучить строение корня тыквы в зоне проведения (вторичное строение). Зарисовать один сектор и сделать обозначения.
3. Охарактеризовать особенности перехода ко вторичному строению корня. Выяснить особенности формирования многолетних корней древесных растений.

В строении молодого корня принято выделять несколько зон: 1 – зона деления, 2 – зона растяжения, 3 – зона всасывания, 4 – зона проведения. Несмотря на отсутствие резких переходов между зонами, каждая из них выполняет свойственные ей функции и отличается по строению (рис. 31).

Зона деления представлена клетками апикальной меристемы, которые постоянно делятся. Это мелкие клетки с крупными ядрами и густой цитоплазмой. Зону деления сверху покрывает *корневой чехлик* в виде колпачка, состоящего из мелких уплощенных клеток. Наружный слой клеток постепенно отмирает, сдвигаясь от трения кончика корня с комочками почвы. Корневой чехлик обеспечивает продвижение корня в почве и защиту зоны деления от повреждений.

В *зоне деления* клетки прекращают делиться и увеличиваются в размерах. Рост клеток сопровождается их *дифференциацией*. Из прокамбия формируется центральный цилиндр (комплекс проводящих тканей), клетки покровной ткани *протодермы* формируют *эпиблему* с выростами, образующими *корневые волоски*. Эпиблема с корневыми волосками носит название *ризодерма*. Из клеток основной меристемы образуется первичная кора корня.

Зона всасывания хорошо выделяется благодаря наличию *корневых волосков*, являющихся выростами покровной ткани корня *эпіблемы*. Корневые волоски многократно увеличивают поверхность соприкосновения корней с почвой, обеспечивая активное поглощение питательных веществ из почвенного раствора.

Из зоны всасывания поглощенные вещества поступают в *зону проведения* и поднимаются вверх по корню ко всем вышележащим органам растения.

Строение первичного корня рассматривается на примере молодого корешка ириса в зоне всасывания (рис. 32).

Корень покрыт клетками ризодермы. Это клеточный слой клеток с корневыми волосками. Большая часть поперечного среза корня представлена широким кольцом клеток первичной коры, состоящей из трех слоев: экзодермы, мезодермы и эндодермы. Наружный слой первичной коры – *экзодерма* – состоит из крупных многоугольных клеток, плотно сомкнутых между собой. Оболочки клеток экзодермы опробковывают. Срединный слой – *мезодерма* – представлен крупными округлыми рыхло расположенными паренхимными клетками.

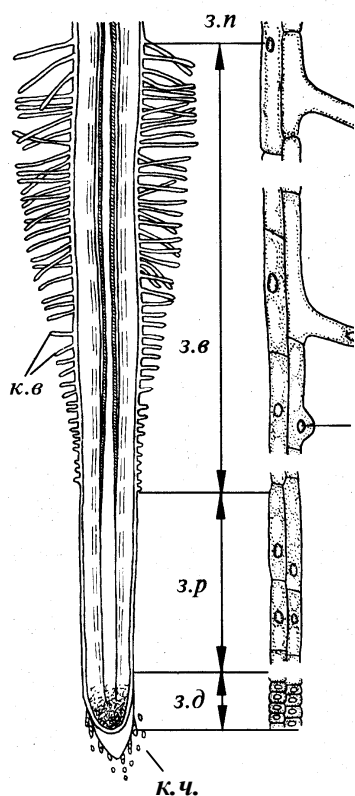


Рис. 31. Строение корня проростка пшеницы (*Triticum aestivum*):

- к.ч. – корневой чехлик;
- з.д. – зона деления;
- з.р. – зона растяжения;
- з.в. – зона всасывания;
- з.п. – зона проведения;
- к.в. – корневой волосок

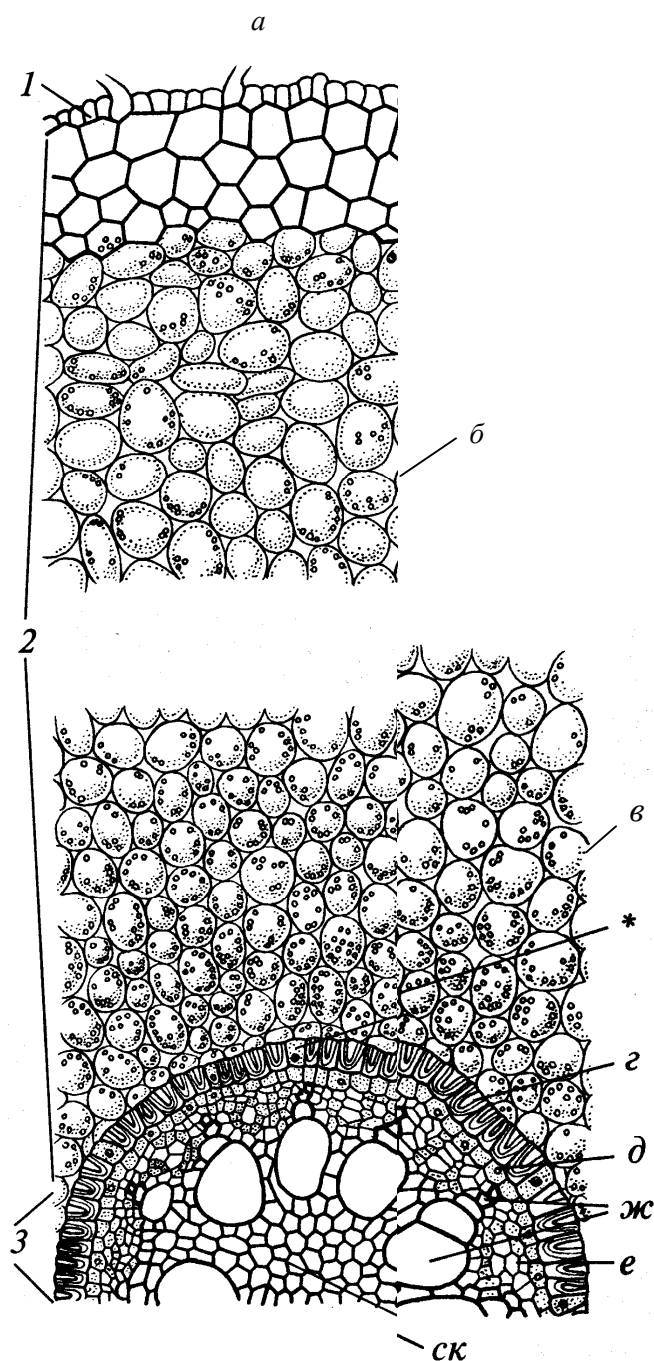


Рис. 32. Корень ириса (*Iris germanica*) на поперечном срезе:
 1 – ризодерма;
 а – корневой волосок;
 2 – первичная кора;
 б – экзодерма,
 в – мезодерма,
 г – эндодерма,
 * – пропускная клетка;
 3 – центральный цилиндр;
 д – перицикл,
 е – флоэма, ж – ксилема,
 ск – склерема

Клетки содержат крахмальные зерна и кристаллы солей. Внутренний слой – *эндодерма* – образована одним слоем плотно сомкнутых клеток. Радиальные и внутренние стенки у них утолщены, поэтому на поперечном срезе они имеют вид подковообразных утолщений – *поясков Каспари*.

Среди толстостенных клеток имеются тонкостенные *пропускные клетки*. Они расположены напротив лучей ксилемы. Центральную часть поперечного среза занимает *проводящий пучок*. Он окружен одним слоем мелких клеток *перицикла*. Проводящие ткани центрального цилиндра располагаются радиально. Тяжи первичной ксилемы имеют вид многолучевой звезды. Лучи образованы сосудами разного диаметра. Самые молодые и крупные сосуды располагаются в центре. Первичная флоэма располагается

участками между лучами ксилемы. В центре пучка видна механическая ткань с клетками, имеющими одревесневшие оболочки.

Переход ко вторичному строению корня связан с заложением и деятельностью камбия. Камбий образуется из живых клеток, расположенных между лучами первичной флоэмы и первичной ксилемы (*пучковый камбий*) и клеток перицикла (*межпучковый камбий*). При смыкании пучкового и межпучкового камбия формируется непрерывный камбиальный слой (рис. 33).

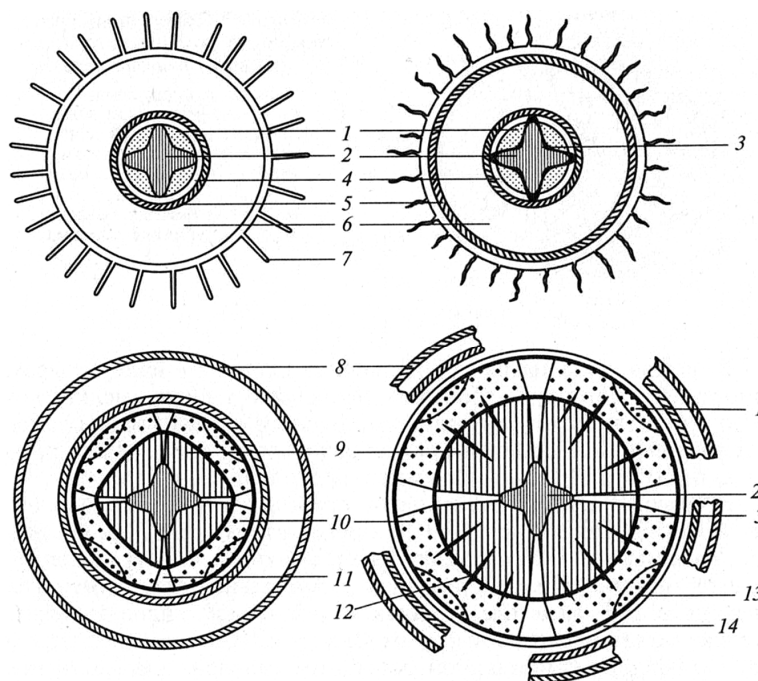


Рис. 33. Переход от первичного строения корня ко вторичному:

1 – первичная флоэма;
2 – первичная ксилема;
3 – камбий;

4 – перицикл;
5 – эндодерма;
6 – мезодерма;
7 – ризодерма;
8 – экзодерма;

9 – вторичная ксилема;
10 – вторичная флоэма;
11, 12 – лубодревесные лучи;
13 – феллоген;
14 – пробка

Одновременно с появлением камбия перицикл образует феллоген, начинающий формировать перидерму. Наружу откладывается пробка, а внутрь – феллодерма.

Работа камбия приводит к образованию вторичной флоэмы и ксилемы, которые располагаются широкими радиальными лучами.

Вторичное утолщение корня приводит к разрыву и слущиванию первичной коры (рис. 34). Таким образом, на поверхности вторичного корня остается только слой перидермы. Под перидермой располагается один слой клеток феллогена (пробкового камбия). Под ним находится феллодерма в виде хорошо выраженного кольца, окружающего центральную часть корня. В центре сохраняется первичная ксилема в виде 4-5 лучей из цепочек мелких сосудов. Вторичная ксилема представлена крупными сосудами, волокнами и мелкими паренхимными клетками. Ксилемную зону окружает широкое камбиальное кольцо, по периферии которого находится вторичная флоэма с остатками первичной.

Между проводящими пучками располагается паренхимная ткань в виде радиальных лубодревесных лучей.

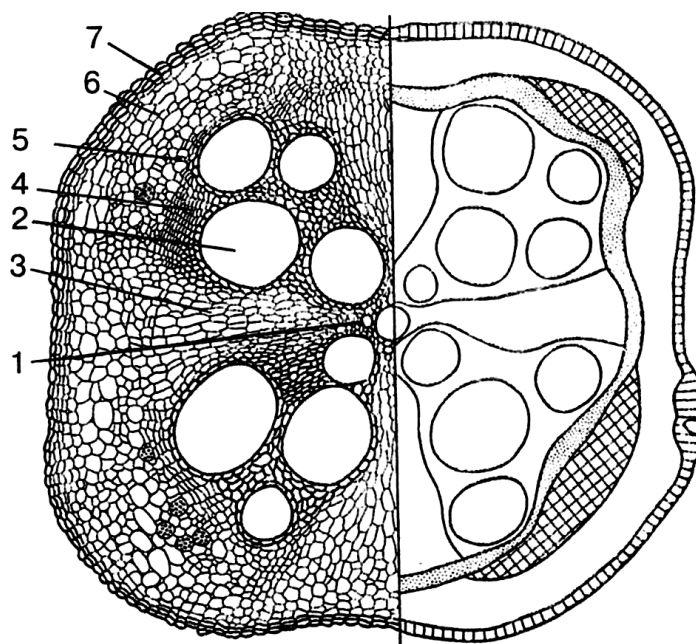


Рис. 34. Поперечный срез
корня тыквы (*Cucurbita pepo*)
вторичного строения:

- 1 – первичная ксилема;
- 2 – вторичная ксилема;
- 3 – радиальный лубодре-
весный луч;
- 4 – камбий; 5 – первичная
и вторичная флоэма;
- 6 – основная перенхима;
- 7 – пробка

У многолетних корней древесных растений камбий работает циклично, откладывая, как и в стебле, годовые кольца древесины (ксилемы) (рис. 35).

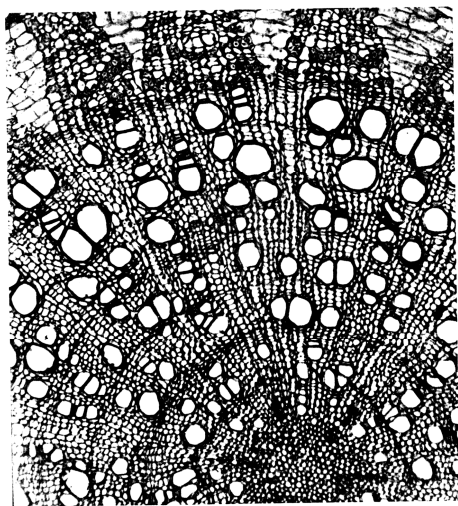


Рис. 35. Поперечный срез
многолетнего корня липы

Сравнительная характеристика анатомического строения стебля и корня

Сохраняя общую схему строения, корень и стебель древесных растений различаются весьма существенно:

- годовые кольца древесины в корне значительно уже, и границы между ними выражены менее четко;
- переход от ранней древесины к поздней в корне более постепенный;

- в древесина корня лучше развиты проводящие ткани, количество сосудов больше и расположены они более рассеянно, трахеиды имеют более тонкие стенки, на поперечном сечении они крупнее, чем в древесине стебля;
- в древесине корня лучше развита паренхима (запасающая ткань) и менее развит либриформ;
- корка у корней образуется позже и не достигает такой толщины, как у стеблей (Бавтуто, 2001).

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

Тест Ткани растения

Выписать правильные суждения.

1. Стебель дерева состоит из коры, пробки, луба, камбия, древесины и сердцевины.
2. Клетки пробки мертвые.
3. Кожица стебля и пробка – покровные ткани.
4. Дыхание древесного стебля происходит через трещины коры и обломанные ветки.
5. Ситовидные трубки входят в состав древесины.
6. Лубяные волокна – вытянутые мертвые клетки с толстыми стенками.
7. Камбий – образовательная ткань.
8. Стебель растет в толщину непрерывно.
9. Годичное кольцо образуется за весну, лето и осень.
10. По годичным кольцам можно узнать, в каких условиях дерево росло в тот или иной год жизни.
11. Вода и минеральные соли передвигаются в стебле по сердцевине.
12. Тело любого растения образовано тканями.
13. Ткань – это группа клеток, сходных по строению, выполняемым функциям и происхождению.
14. Клетки в тканях соединены межклеточным веществом.
15. Образовательная ткань растения находится только в апексе побега.
16. Образовательная ткань растения находится только в зародыше.
17. Роль скелета у растения выполняет основная паренхима.
18. Хлоропласты находятся в клетках основной ткани.
19. Покровная ткань растений образует древесину деревьев.
20. Чечевички располагаются в эпидермисе.
21. Корневые волоски закрепляют корень в почве.
22. Древесные растения имеют вторичное строение стебля.
23. Ксилема и флоэма – проводящие ткани.
24. Сердцевинные лучи проводят воду.
25. Радиальный ток питательных веществ и водных растворов минеральных солей в стволе дерева идет по сердцевинным лучам.
26. У всех деревьев на поперечном срезе четко видны годичные кольца.

27. По степени выраженности годовичных колец различают кольцесосудистые и рассеянно-сосудистые древесины.
28. Камбий располагается в точках роста побега.
29. Травянистые растения не растут в толщину.
30. Совокупность всех проводящих тканей растения называется проводящим пучком.
31. Под кожицей стебля находится слой гиподермы.
32. Дыхание стебля с развитым пробковым слоем происходит при помощи устьиц.
33. Ситовидные трубки входят в состав флоэмы.
34. Между корой и древесиной находится луб.
35. Вода и минеральные соли передвигаются в стебле по сосудам ксилемы.
36. Растворы органических веществ передвигаются из листьев по ситовидным трубкам.

Выбрать один правильный ответ

1. Первичное строение имеет:

- а) прокамбий;
- б) камбий;
- в) феллоген.

2. Вторичная образовательная ткань стебля:

- а) камбий;
- б) прокамбий;
- в) феллоген.

4. Из прокамбия образуется:

- а) камбий;
- б) феллоген;
- в) интеркалярные меристемы.

5. Инициали и производные входят в состав:

- а) камбия;
- б) феллогена;
- в) всех меристем.

6. Функцией камбия является:

- а) рост в высоту;
- б) рост в толщину;
- в) вставочный рост.

7. Для клеток меристем характерен тип деления:

- а) amitoz;
- б) митоз;
- в) мейоз.

8. Инициали и производные входят в состав:

- а) камбия;
- б) феллогена;
- в) всех меристем.

9. К какой меристеме по происхождению и расположению относится камбий:

- а) первичной апикальной;
- б) первичной латеральной;
- в) вторичной латеральной?

10. Интеркалярные меристемы у древесных растений находятся:

- а) в междоузлиях;
- б) в основаниях черешков листьев;
- в) в узлах побегов.

11. Интеркалярные меристемы у древесных растений находятся:

- а) в основаниях междоузлий;
- б) в узлах стебля;
- в) в основаниях листьев.

12. Результатом деятельности феллогена является образование:

- а) древесины;
- б) луба;
- в) перидермы.

13. Одревеснение НЕ характерно:

- а) для трахеид;
- б) механических волокон;
- в) ситовидных клеток.

14. Живые клетки отсутствуют в тканях:

- а) покровной;
- б) механической;
- в) запасющей.

15. Органами газообмена и транспирации в эпидермисе являются:

- а) чечевички;
- б) межклетники;
- в) устьица.

16. Рост дерева в толщину обеспечивает:

- а) феллоген;
- б) камбий;
- в) интеркалярные меристемы.

17. Покровной тканью древесных растений является:

- а) эпидерма;
- б) кора;
- в) перидерма.

18. Защитная функция эпидермиса зависит:

- а) от одревеснения;
- б) кутинизации;
- в) опробковения.

19. Какая ткань перидермы выполняет защитную функцию:

- а) феллема;
- б) феллоген;
- в) феллодерма?

20. К покровным тканям НЕ относятся:

- а) эпидерма;
- б) лубяные волокна;
- в) пробка.

21. Молодые корешки покрывает:

- а) эпидерма;
- б) эпиблема;
- в) перидерма.

22. Эпиблема – это покровная ткань:

- а) молодых побегов;
- б) молодых корешков;
- в) листьев.

23. Корневые волоски входят в состав:

- а) эпидермы;
- б) эпиблемы;
- в) перидермы.

24. Механической тканью, образованной живыми клетками, является:

- а) колленхима;
- б) склеренхима;
- в) склереиды.

25. Клеточные стенки одревесневают у клеток:

- а) меристем;
- б) пробки;
- в) лубяных волокон.

26. Склеренхимные волокна входят в состав:

- а) покровных тканей;
- б) проводящих тканей;
- в) выделительных тканей.

27. Клеточные стенки механических волокон:

- а) опробковывают;
- б) одревесневают;
- в) ослизняются.

28. Нисходящий ток органических веществ идет:

- а) по ксилеме;
- б) флоэме;
- в) сердцевине.

29. К восходящему току относятся:

- а) древесные волокна;
- б) сосуды и трахеиды;
- в) ситовидные трубки и клетки-спутницы.

30. В состав флоэмы входят:

- а) сосуды;
- б) ситовидные трубки;
- в) трахеиды.

31. По ситовидным клеткам передвигаются:

- а) вода и минеральные соли;
- б) органические вещества;
- в) неорганические вещества.

32. Годичные кольца древесных растений образуются в результате работы:

- а) камбия;
- б) прокамбия;
- в) феллогена.

33. Основной фотосинтезирующей тканью является:

- а) хлоренхима;
- б) коровая паренхима;
- в) паренхима сердцевины.

34. К наружным выделительным тканям относятся:

- а) железистые волоски, нектарники, гидатоды;
- б) корневые волоски;
- в) млечники.

35. Смоляные ходы относятся:

- а) к проводящим тканям;
- б) выделительным тканям;
- в) запасным тканям.

36. Живица синтезируется и содержится:

- а) в смоляных ходах;
- б) млечниках;
- в) межклетниках.

Библиографический список

Бавтуто Г.А., Еремин В.М., Жигар М.П. Атлас по анатомии растений.: учеб. пособие для вузов. Минск: Ураджай, 2001. 146 с.

Дубянская Е.А.. Руководство к практическим занятиям по ботанике. Анатомия и морфология растений. М.: Медгиз, 1956. 327 с.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М.: Эдиторал УРСС, 2001. 528 с.

Уткина И.А., Бетехтина А.А. Ботаника: морфология и анатомия высших растений: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. 188 с

Чухлебowa Н.С., Бугинова Л.М., Ледовская Н.В. Ботаника (цитология, гистология, анатомия): учеб. пособие. М.: Колос, 2007. 145 с.

Оглавление

	Методика работы с микроскопом	3
Тема 1	Растительная клетка	5
	<i>Лабораторная работа 1.</i> Строение растительной клетки; движение цитоплазмы, пластиды	5
Тема 2	Ткани	7
	<i>Лабораторная работа 2.</i> Образовательные ткани. Первичная меристема	8
	<i>Лабораторная работа 3.</i> Покровные ткани (эпидерма, перидерма и корка)	10
	<i>Лабораторная работа 4.</i> Проводящие ткани. Ксилема и флоэма	12
Тема 3	Анатомия вегетативных органов	14
	<i>Лабораторная работа 5.</i> Микроскопическое строение листа	14
	Анатомия стебля	17
	<i>Лабораторная работа 6.</i> Стебель и древесина голосеменных растений	18
	<i>Лабораторная работа 7.</i> Стебель и древесина покрытосеменных древесных растений	24
	<i>Лабораторная работа 8.</i> Микроструктура стебля травянистых растений	28
	<i>Лабораторная работа 9.</i> Анатомическое строение корня	30
	Материалы для самоподготовки	35
	Библиографический список	39



Е.А. Зотеева

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО АНАТОМИИ РАСТЕНИЙ (КОРЕНЬ, СТЕБЕЛЬ, ЛИСТ)

Екатеринбург

2011